Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Г. А. ГЕЛЬМАН, Э. А. СОСКИН

УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

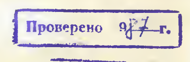


БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 272

Г. А. ГЕЛЬМАН, Э. А. СОСКИН

УСТРОЙСТВО И ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕХАНИКИ







«ЭНЕРГИЯ»
МОСКВА 1969

6П2.11
Г 32
УДК 621.398.004(04)

Гельман Г. А., Соскин Э. А.

Г 32 Устройство и применение систем телемеханики, М., «Энергия», 1969.

88 с. с илл. (Б-ка электромонтера. Вып. 272).

В брошюре изложены сведения о телемеханических системах, их назначении, классификации и исполнении. Рассмотрены схемы и принципы действия основных узлов устройств телеуправления, телесигнализации, телеизмерения. Приведены краткие описания некоторых телемеханических систем общепромышленного назначения, выпускаемых отечественной промышленностью. Даны примеры использования средств телемеханики в системах энергоснабжения промышленных предприятий.

Брошюра предназначена для квалифицированных электромонтеров и мастеров, обслуживающих телемеханизируемые технологические и энергетические объекты на промышленных предприятиях.

3-3-13
———
112-68

6П2.11



Гельман Григорий Абрамович, Соскин Эмиль Артурович.

Устройство и применение систем телемеханики

Редактор *И. П. Березина* Технический редактор *Г. С. Юдаева*

Сдано в набор 24/VII 1968 г. Подписано к печати 26/III 1969 г. Т-04721
Формат $84 \times 108^1/_{32}$ Бумага типографская № 1
Усл. печ. л. 4,62 Уч.-изд. л. 4,63
Тираж 20 000 экз. Цена 18 коп. Зак. 1414

Издательство „Энергия". Москва, Ж-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.
Шлюзовая наб., 10.

ВВЕДЕНИЕ

Построение экономической базы коммунизма, намеченное Программой Коммунистической Партии Советского Союза, предусматривает широкое развитие комплексной автоматизации производства и создание высокосовершенных систем автоматического управления. Развитие в этой области осуществляется в направлении от автоматизации отдельных машин и агрегатов к автоматизации крупных комплексов — цехов, заводов, энергетических систем, транспортных сетей, ирригационных сооружений и т. д.

Технологические комплексы часто содержат большое число взаимосвязанных объектов, размещенных на обширной территории и расположенных на значительном расстоянии друг от друга.

Внедрение комплексной автоматизации производства требует в связи с этим совершенствования техники контроля и управления процессами и применения таких методов и технических средств, которые обеспечивают надежную и экономичную передачу необходимого объема информации независимо от расстояния между пунктами приема и передачи этой информации.

К таким техническим средствам относятся, в частности, системы телемеханики. С помощью аппаратуры телемеханики надежно осуществляется централизованное управление территориально разобщенными установками и обеспечивается возможность широкого применения для автоматического управления вычислительной техники, требующей ввода в нее большого объема разнообразной информации, поступающей из различных удаленных друг от друга пунктов.

Эффективность применения средств телемеханики повышается с увеличением объема передаваемой информа-

ции и расстояния, на которое эта информация передается.

Необходимость централизованного дистанционного управления технологически взаимосвязанными объектами системы диктуется различными условиями.

В ряде случаев (например, на магистральных газопроводах, в энергетических и транспортных системах, в коммунальном хозяйстве, в ирригационных установках и т. п.) наиболее правильная и эффективная работа отдельных сооружений комплекса может быть обеспечена только при согласовании ее с работой других сооружений и объектов данного комплекса, при учете общих показателей работы системы в целом.

В некоторых других случаях (например, для управления скважинами на нефтепромыслах) с чисто технической точки зрения централизация управления не является обязательной, однако и здесь ее применение обеспечивает значительный экономический эффект за счет высвобождения части обслуживающего персонала, сокращения эксплуатационных расходов и повышения общего технического уровня эксплуатации системы.

Для отдельных объектов необходимость централизованного дистанционного управления диктуется соображениями техники безопасности, определяемыми условиями работы установок или протекания производственного процесса (вредные производства, наличие высокого напряжения, ядерные установки и т. п.).

Применение управляющих вычислительных машин для целей комплексной автоматизации в свою очередь в большинстве случаев экономически целесообразно только при централизованном управлении комплексом технологически взаимосвязанных сооружений, а иногда даже при использовании одной вычислительной машины для управления работой нескольких, не связанных непосредственно между собой технологических комплексов.

Комплексная автоматизация, помимо централизованного управления автоматизируемой системой, часто требует осуществления непосредственных автоматических связей между пространственно разделенными объектами, расположенными на большом расстоянии друг от друга. Такие связи также могут быть рационально выполнены только с помощью средств телемеханики. Указанное непосредственное соединение автоматики и телемеханики получило название телеавтоматики.

В крупных районных энергетических системах страны, на железнодорожном транспорте в настоящее время работает большое число специалистов, имеющих уже богатый опыт эксплуатации телемеханизированных объектов и систем телемеханики. На промышленных же предприятиях, где средства телемеханики стали применять сравнительно недавно, специалистов-телемехаников пока еще недостаточно, а персонал, обслуживающий телемеханизируемые объекты, подчас не знаком с основными принципами построения и работы систем телемеханики. В то же время внедрение средств телемеханики здесь осуществляется повсеместно и бурными темпами.

Настоящая брошюра предназначена для того, чтобы познакомить читателей с принципами действия и основными узлами различных устройств телемеханики. Брошюра не содержит систематизированных и исчерпывающих описаний конкретных устройств телемеханики и всех составляющих их элементов. В ней приведены лишь схемы, примеры применения и описание работы отдельных основных узлов телемеханического оборудования, необходимые для уяснения рассматриваемых принципов. Более подробные сведения по данному вопросу читатель сможет найти в специальной литературе.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

а) ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Передача управляющей или контрольной информации на расстояние через внешние линии связи называется дистанционной. Дистанционная передача может осуществляться путем непосредственного соединения каждого объекта управления (контроля) с соответствующим органом управления (ключом, кнопкой и т. п.) или с прибором воспроизведения информации (лампа, табло, цифровой индикатор и т. п.). В этом случае для передачи каждого сигнала требуется наличие специальной проводной линии связи соответствующего сечения. В связи с этим применение непосредственного дистанционного управления (контроля) экономически целесообразно лишь при небольших расстояниях между контролируемыми объек-

тами и пунктом управления, а также при малом количестве контролируемых объектов.

С увеличением расстояния передачи информации и количества контролируемых объектов особое значение приобретает необходимость сокращения затрат на сооружение соединительных линий, сохранения качества передаваемых сигналов и обеспечения быстродействия системы передачи.

Эти задачи успешно решаются с помощью средств телемеханики, позволяющих наиболее экономно использовать линии связи и одновременно обеспечить надежную, точную и быструю передачу приказов, сигналов и измерений практически на любые расстояния.

При передаче информации на расстояние с помощью средств телемеханики осуществляется предварительное преобразование контролируемых измерений и сигналов в электрические величины, передаваемые затем по электрическим каналам связи. На приемной стороне эти электрические сигналы подвергаются обратному преобразованию, в результате чего выдается исходное сообщение, осуществляется заданная операция или получается форма сообщения, удобная для ввода в управляющую машину. Соответственно каждая телемеханическая система состоит из передающего и приемного устройств (полукомплектов) и соединяющего их канала связи.

По характеру выполняемых функций телемеханические системы делятся на системы телеуправления, телесигнализации и телеизмерения.

Системы телеуправления передают с пункта управления (ПУ), иногда называемого также диспетчерским пунктом (ДП), на контролируемые пункты (КП) команды (сигналы), либо непосредственно воздействующие на исполнительные механизмы управляемых объектов (телеуправление — ТУ), либо воспринимаемые специальными сигнальными устройствами (телекомандование — ТК). С помощью систем телеуправления осуществляется также вызов объектов телеизмерения (ВТИ), т. е. передача команд о подключении соответствующего датчика телеизмерения к каналу связи, и телерегулирование (ТР), т. е. дистанционное плавное изменение уставок автоматических регуляторов.

Системы телесигнализации обеспечивают передачу с контролируемых пунктов на диспетчерский пункт телесигнализации (ТС) о положении или состоянии контро-

лируемых объектов, о состоянии каналов связи и работе телемеханической аппаратуры, аварийных и предупреждающих сигналов.

С помощью **систем телеизмерения** (ТИ) осуществляется передача на расстояние непрерывных значений различных контролируемых параметров, измеряемых специальными датчиками, для визуального наблюдения за этими величинами, их регистрации или ввода в устройства автоматики.

Наряду с системами телемеханики, предназначенными для выполнения какой-либо одной из указанных выше функций, широко используются также **комплексные системы** телемеханики, выполняющие все перечисленные выше функции или различные их сочетания.

В соответствии с указанными функциями систем телемеханики передаваемая ими информация делится на *распорядительную* (управляющую), поступающую с пункта управления на исполнительный пункт, и *известительную* (контрольную), передаваемую в обратном направлении.

Как тот, так и другой виды информации могут иметь *качественный* или *количественный* характер. Качественная информация характеризует качественные изменения состояния контролируемого объекта (например, включение или отключение масляного выключателя) или хода технологического процесса, имеет двоичный вид (да — нет) и носит прерывистый (дискретный) характер.

Количественная информация содержит текущие значения контролируемых величин или параметров, определяющих ход технологического процесса. Количественная информация характеризует только непрерывные во времени сообщения (например, величину электрического тока, напряжения, мощности, давления, расхода жидкости или газа и других физических или химических величин). Непрерывные величины могут также передаваться дискретными методами путем так называемого предварительного их квантования.

Качественная информация обеспечивает функции телесигнализации и телеуправления, количественная — телеизмерения и телерегулирования.

Телесигнализация может осуществляться автоматически, т. е. передаваться объектами самостоятельно в результате изменения положения или состояния любого контролируемого объекта, либо поступать на пункт

управления по вызову (по запросу), т. е. по команде, поступающей через систему ТУ. Телесигнализация по запросу в свою очередь может быть единичной, когда в ответ на запрос приходит интересующий диспетчера конкретный сигнал, или циркулярной, когда за один цикл передачи на ДП передаются сигналы последовательно от всех объектов запрашиваемого контролируемого пункта.

Передача *телеизмерений* на ДП может осуществляться непрерывно (постоянные измерения) на индивидуальные для каждого измерения приемные приборы или по вызову на общие приборы для однотипных параметров, имеющих одинаковые пределы измерения.

Телемеханические системы предназначаются для обслуживания *сосредоточенных* или *рассредоточенных* объектов. В первом случае все обслуживаемые системой объекты сосредоточены в одном или нескольких (немногих) пунктах. При этом связь между объектами в пределах одного пункта осуществляется без помощи средств телемеханики. Во втором случае обслуживаемые системой объекты рассредоточены по одному или небольшими группами (по два-три объекта) в значительном числе пунктов и подключены к общей линии связи.

По своей структуре и конфигурации линии связи, связывающие пункт управления с контролируемыми объектами, разделяются на *радиальные*, когда каждый КП соединяется с ДП отдельным каналом связи; *цепочечные* (*лучевые*), у которых рассредоточенные КП последовательно присоединяются к общему каналу связи без каких-либо пересечений и ответвлений, и *древовидные,* когда к общему каналу связи в различных точках подключаются рассредоточенные КП с ответвлениями от основных направлений.

На рис. 1 показаны наиболее характерные структурные схемы и конфигурации линий связи телемеханических систем.

б) СИСТЕМЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ И ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ

Для сокращения затрат на сооружение линий связи и повышения надежности передачи информации в системах телеуправления и телесигнализации при передаче сигналов используются *методы избирания* (определения адреса), когда каждому объекту управления и контроля присваивается свой условный сигнал, воздействующий только на определенную исполнительную цепь. Условные

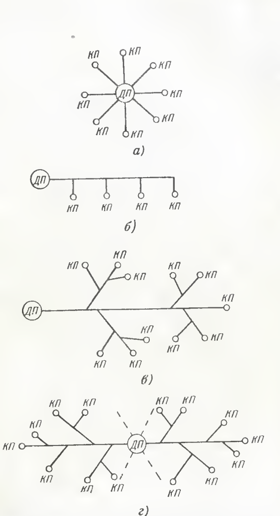


Рис. 1. Структурные схемы и конфигурации линий связи телемеханических систем.

а — радиальная; *б* — цепочечная (лучевая); *в* — древовидная одноствольная; *г* — древовидная многоствольная; *ДП* — диспетчерский пункт; *КП* — контролируемый пункт.

сигналы, как правило, представляют собой импульсы тока с различными качественными характеристиками (импульсными признаками), такими, например, как разная полярность импульсов, их частота, продолжительность, амплитуда и т. п. Образование условных сигналов может строиться либо на принципе *независимых посылок*, либо на ***комбинационном*** принципе.

В первом случае каждому объекту управления или сигнализации присваивается самостоятельный, отдельный условный импульс тока, а качественная характеристика этого импульса (например, его полярность) определяет характер требуемой операции или передаваемого сигнала (например, включить-отключить). Общее число посылаемых в линию импульсов в этом случае равно числу объектов управления и сигнализации.

Во втором случае ограниченное количество импульсов, имеющих различные характеристики, комбинируется в разных сочетаниях, образуя определенный код для каждого приказа и сигнала. Легко подсчитать, что в этом случае для передачи одинакового объема информации требуется значительно меньшее количество отдельных токовых импульсов, чем при передаче независимых посылок, так как общее число кодированных сигналов определяется здесь числом комбинаций N, которые могут быть получены из числа самих импульсов n и их качественных характеристик K. Так, например, с помощью четырех импульсов, имеющих только полярный импульсный признак, в первом случае можно осуществить управление лишь четырьмя двухпозиционными (включить-отключить) объектами, а во втором восемью, так как количество кодированных сигналов в этом случае равно 16 (рис. 2). С увеличением числа импульсных признаков (например, полярность плюс разная амплитуда импульсов) количество возможных комбинаций, а следовательно, и передаваемых с помощью этих импульсов сигналов резко возрастают.

Зависимость между числом возможных комбинаций N и числами импульсов n в коде и их качественных характеристик K в общем виде выражается формулой

$$N=K^n.$$

В рассмотренном выше примере $K=2$, так как при полярном импульсном признаке используются две противоположные характеристики импульса — положительное

или отрицательное его значение, и число возможных комбинаций в этом случае будет равно:

$$N=2^4=16.$$

В соответствии с указанными выше принципами образования сигналов, передаваемых в линию связи, избирание объекта может быть *прямым* (непосредственным) или *комбинационным* (кодовым), а система телемеханики соответственно — *многоканальной* или *одноканальной.*

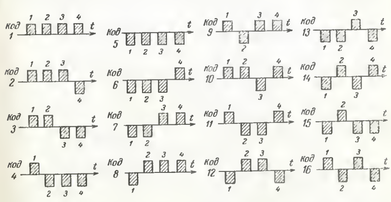


Рис. 2. Пример образования кодированных сигналов из четырех токовых импульсов с полярным импульсным признаком.

В одноканальных системах за один цикл передачи передается сообщение только одному объекту или принимается от одного объекта. В многоканальных—за один цикл передачи по одному каналу передаются или принимаются сообщения от многих объектов ТУ, ТС, ТИ.

Разделение сигналов в этом случае осуществляется одним из следующих способов:

а) коммутационное (или гальваническое);
б) частотное;
в) временно́е;
г) комбинированное.

Коммутационное разделение сигналов в многоканальных системах соответствует *многопроводным* системам телемеханики, в которых передача импульсов осуществляется одновременно по разным электрическим цепям. В устройствах этого типа необходимое число линий связи зависит от числа управляемых и контролируемых объектов и возрастает с увеличением их числа. От устройств

обычного дистанционного управления многопроводные системы телемеханики, помимо использования избирательного метода, отличаются применением слаботочной аппаратуры и кабелей, наличием контроля состояния линии связи и возможностью некоторого сокращения числа проводных линий. Последнее достигается, например, путем использования нескольких значений импульсного признака (обычно полярность и амплитуда импульса).

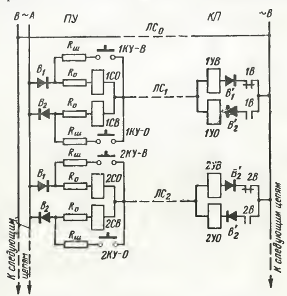


Рис. 3. Схема линейных цепей многопроводной системы телеуправления и телесигнализации.

КУ — ключ (кнопка) управления; *СВ*, *СО* — реле сигнализации положения «включеио» и «отключено»; *УВ*, *УО* — реле управления («включить», «отключить»); *1В*, *2В* . . . — блок-контакты исполнительных механизмов; *ЛС* — линия связи.

На рис. 3 показан пример простейшей схемы линейных цепей многопроводной системы, предназначенной для ТУ и ТС двухпозиционных объектов. Для разделения передач управления и сигнализации в этой схеме использован амплитудный признак (величина тока импульсов управления в несколько раз больше величины тока импульсов сигнализации), а для фиксации характера операции или сигнала («включить», «отключить»,

«включено», «отключено») — полярный признак (полуволны разных знаков выпрямленного переменного тока). Соответственно реле управления (*УВ*, *УО*), устанавливаемые на КП, и реле сигнализации (*СВ*, *СО*), размещаемые на ПУ, выбраны таким образом, что первые срабатывают при токе, значительно большем, чем ток, при котором срабатывают вторые. Для возможности получения требуемой величины тока в линии, в цепи реле сигнализации объектов введены добавочные сопротивления R_0, значительно большие, чем сопротивления $R_ш$. При подаче приказа на переключение (путем замыкания соответствующих контактов кнопок *КУ*) сопротивление R_0 и катушка реле шунтируются, ток в линии связи возрастает в 2,5—3 раза и соответствующее реле управления (*УО* или *УВ*) срабатывает, вызывая заданное переключение объекта. После переключения блок-контактов исполнительного механизма срабатывает реле сигнализации на ПУ (теперь уже при меньшем токе), подавая сигнал об исполнении заданной операции. В данном случае по каждому проводу передаются четыре сигнала (две команды и два извещения).

Многопроводные системы являются малоэкономичными, и поэтому применение их обычно ограничено расстоянием до 1 *км* при небольшом числе контролируемых объектов. В то же время эти системы по своей структуре являются наиболее простыми.

Для осуществления **частотного** разделения сигналов в многоканальных системах используется так называемое частотное уплотнение линий связи. В этом случае по общей электрической линии связи все импульсы тока передаются одновременно, но имеют различную частоту. Разделение каналов производится с помощью электрических фильтров.

На рис. 4 приведена блок-схема системы телеуправления — телесигнализации с частотным разделением сигналов.

В простейшем случае прямого избирания токи различной частоты, например, $f_1, f_2, \ldots, f_n$ вырабатываются генераторами $Г_1, Г_2, \ldots, Г_n$ и посылаются непосредственно в линию связи путем замыкания соответствующих контактов *К*. На приемной стороне с помощью полосовых фильтров $ПФ_1, ПФ_2, \ldots, ПФ_n$ осуществляется разделение сигналов и включаются соответствующие реле управления или лампы сигнализации.

В комбинационных системах для целей создания и расшифровки кода в схемах используются дополнительные элементы — шифраторы и дешифраторы, как это показано на рис. 4.

Системы с прямым избиранием обладают низкой помехоустойчивостью и вызывают расширение полосы частот, требуемой для передачи сигналов. Комбинационные системы используют ограниченное число частот и являются значительно более помехоустойчивыми.

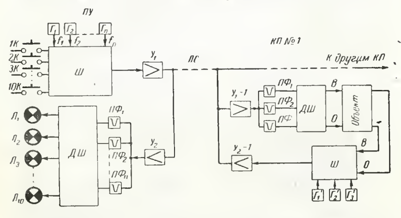


Рис. 4. Блок-схема системы телеуправления — телесигнализации с частотным разделением сигналов и комбинационным избиранием.

Г — генераторы частоты; *Ш* — шифраторы; *У* — усилители; *ПФ* — полосовые фильтры; *ДШ* — дешифраторы; *К* — ключи управления; *Л* — лампы сигнализации; *ЛС* — линия связи.

Передача частотных сигналов может осуществляться как по специально выделенным, так и по занятым линиям телефонной связи. В первом случае для передачи телемеханической информации используется полоса частот в диапазоне 300—4 000 *гц*. Во втором случае для этой цели используются частоты либо ниже 300 *гц* (подтональные частоты), либо от 3 200 до 8 500 *гц* (надтональные частоты). Частоты в диапазоне 300—2 600 *гц* используются для телефонной связи.

Системы с частотным разделением сигналов наиболее целесообразны для телемеханизации рассредоточенных объектов.

В системах с **временным** разделением сигналов (рис. 5) передача сигналов по линии связи осуществляется последовательно. При этом линия связи с помощью

синхронно переключающихся распределителей поочередно соединяется с соответствующими цепями на приемном и передающем концах. При каждом переключении распределителей в линию будет посылаться импульс тока, характеристика которого (полярность, величина и т. д.) определяется положением соответствующего ключа управления *КУ* или контролируемого объекта *БК*.

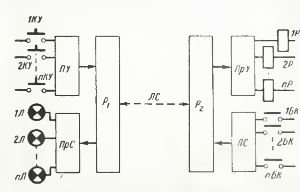


Рис. 5. Блок-схема системы телеуправления — телесигнализации с временным разделением сигналов и прямым избиранием.

КУ — ключи (кнопки) управления; *ПУ* — узел передачи команд управления; P_1, P_2 — распределители; *ПрУ* — узел приема сигналов управления; *Р* — индивидуальные реле управления; *БК* — блок-контакты исполнительных механизмов; *ПС* — узел передачи сигналов; *ЛС* — линия связи; *ПрС* — узел приема известительной сигнализации; *Л* — лампы сигнализации.

До последнего времени в системах телемеханики распределители выполнялись в виде телефонных шаговых искателей или с помощью электромагнитных реле (релейные распределители). В таких системах каждый поступающий в линию импульс вызывает перемещение (переключение) распределителей на обоих концах линии на один шаг. Каждый импульс в этом случае одновременно выполняет функции как запуска и синхронизации распределителей, так и непосредственного носителя сообщения. Таким образом, если переключение распределителей осуществляется при передаче любого поступившего в линию импульса, то передача сообщений производится лишь так называемыми «активными импульсами», соответствующими какому-либо новому качеству контролируемого объекта (например, изменение полярности им-

пульса при изменении положения контролируемого объекта).

В системах с прямым избиранием (*распределительные системы*) общее число извещений, передаваемых в линию связи, равно числу импульсов, а следовательно, и числу шагов распределителей. В этих системах каждому объекту управления или контроля соответствует свое индивидуальное приемное реле, срабатывающее при соответствующем положении приемного распределителя и воздействующее своими контактами на исполнительные цепи контролируемого объекта.

Так же, как в системах с частотным разделением сигналов и с прямым избиранием, помехоустойчивость распределительных систем телемеханики невысока, и поэтому применяются эти системы главным образом для телесигнализации.

Распределительный принцип позволяет за один цикл передачи передать на ПУ последовательно целую серию сигналов. При телеуправлении, когда искажение сигнала может привести к неправильным операциям и переключениям, с целью повышения надежности за цикл передачи передается лишь одна команда.

В комбинационных системах в схемы, как обычно, вводятся дополнительно шифраторы и дешифраторы.

Использование в системах с временны́м разделением сигналов электромеханических элементов (распределителей и др.) ограничивало технические возможности этих устройств. Появление надежных бесконтактных элементов и использование их в системах телемеханики сделали возможным осуществление непрерывной циклической передачи сигналов в устройствах с временны́м разделением сигналов и значительно расширило их использование.

в) СИСТЕМЫ ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЯ

Системы телеизмерения предназначены для передачи на расстояние значений различных электрических и неэлектрических величин.

Телеизмерение представляет собой разновидность дистанционного измерения, при котором передача значения измеряемой величины осуществляется не непосредственно, а путем преобразования этой величины в другую, вспомогательную величину, более удобную для передачи по каналу связи на значительные расстояния, и последующего преобразования этой вспомогательной вели-

чины в показания прибора, установленного на пункте управления. На рис. 6 показана в общем виде структурная схема системы телеизмерения. Датчик представляет собой чувствительный элемент, с помощью которого осуществляется непосредственное измерение контролируемого параметра и преобразование его во вспомогательную величину (например, ток или напряжение), удобную для дальнейшей передачи. С помощью передатчика вспомогательная величина приобретает необходимую для передачи по каналу телемеханики форму (соответствующей формы импульсы, код и т. д.), которая затем на прием-

Рис. 6. Структурная схема телеизмерительной системы.

1 — датчик; *2* — передатчик сигнала; *3* — линия связи; *4* — приемник сигнала; *5* — выходной (измерительный) прибор.

ном конце вновь преобразуется приемником в электрическую величину, измеряемую выходным приемным прибором (стрелочным, цифровым или регистрирующим). Шкала приемного прибора градуируется в значениях измеряемого параметра.

Как указывалось выше, при телеизмерениях информация может передаваться по линии связи либо непрерывно, либо в виде отдельных сигналов, соответствующих, например, средним значениям измеряемого параметра за какой-то небольшой отрезок времени. Соответственно системы телеизмерения разделяют на *системы интенсивности* и *системы импульсные* и *частотные*.

В системах **интенсивности** в качестве параметра сигнала чаще всего используется величина постоянного тока или напряжения в линии связи, которая меняется в соответствии с изменением измеряемого параметра. В качестве канала связи в системах интенсивности используются только проводные (физические) линии связи. Структура таких систем весьма проста: первичный преобразователь измеряемой величины в ток или напряжение (датчик) присоединяется непосредственно к линии связи; на приемной стороне к этой линии подключается измеритель тока (обычно стрелочный или самопишущий миллиамперметр) или напряжения (например, автоматический

потенциометр). С увеличением расстояния передачи в этих системах значительно возрастает величина погрешности вследствие нестабильности параметров линии связи. Поэтому системы интенсивности относятся к системам *ближнего действия*, и применение их целесообразно лишь при сравнительно небольшой длине линии связи (не более 30 *км* при кабельных линиях связи и 10 *км* при воздушных). Применяются различные виды телеизмерительных систем интенсивности, отличающиеся друг от друга параметром сигнала (ток, напряжение), величиной погрешности и т. п.

В **импульсных** и **частотных** системах измеряемая величина преобразуется в импульсы тока или переменный ток меняющейся частоты. В первом случае в качестве параметра сигнала используется продолжительность (ширина), фаза, или частота следования импульсов. Во втором вспомогательной величиной является частота или фаза переменного тока. В системах такого типа изменение параметров линии связи не сказывается существенно на параметре передачи. Поэтому указанные системы относятся к системам *дальнего действия* и могут использоваться для передачи информации практически на любое расстояние.

Импульсные и частотные системы телеизмерения в свою очередь разбиваются на ряд групп. В качестве параметра сигнала в этих системах обычно принимают: число передаваемых импульсов, длительность импульсов или пауз между ними, фазу импульса, частоту следования импульсов и различные сочетания импульсов (код). При передаче переменного тока параметром сигнала служит частота передаваемого тока.

Соответственно системы телеизмерения могут быть число-импульсные, время-импульсные, фазо-импульсные, кодо-импульсные, частотно-импульсные и собственно частотные.

В **число-импульсных** системах в линию связи передаются импульсы тока, каждый из которых в соответствующем масштабе выражает определенную долю измеряемой величины. Сумма переданных импульсов соответствует полному значению измеряемой величины в данный момент. Поскольку изменение значения контролируемого параметра на приемной стороне осуществляется не плавно, а ступенями, определяемыми долей измеряемой величины, приходящейся на один импульс, то погрешность

измерения в таких системах увеличивается с увеличением значения (цены) каждого импульса. Для уменьшения погрешности измерения обычно увеличивают число импульсов, соответствующих номинальному значению измеряемой величины, т. е. увеличивают число ступеней, соответственно уменьшая при этом величину каждой ступени.

Кодо-импульсные системы представляют собой дальнейшее развитие число-импульсного метода. Увеличение числа передаваемых импульсов значительно усложняет конструкцию элементов системы и одновременно увеличивает время передачи измерения. Использование для передачи значения измеряемой величины кода (определенной комбинации импульсов) устраняет отмеченные недостатки число-импульсных систем, сохраняя при этом необходимую точность измерений.

Во **время-импульсных** системах измеряемая величина пропорциональна продолжительности передаваемых в линию импульсов. **Фазо-импульсные** системы представляют собой разновидность время-импульсных систем, когда вместо непрерывной передачи импульса соответствующей длительности в линию посылаются короткие импульсы, меняющие свое положение по оси времени.

В **частотно-импульсных** системах передаваемый в линию связи ток прерывается с помощью специальных устройств, а частота передаваемых импульсов пропорциональна измеряемой величине. В качестве прерывателей тока на передающей стороне используются различные контактные устройства (такие, например, как коллектор-прерыватель) и бесконтактные манипуляторы (например, фотоэлектронные). Приемные устройства в частотно-импульсных системах строятся чаще всего на конденсаторных схемах, в которых средний ток, проходящий по цепи приемного прибора, пропорционален частоте следования импульсов.

В **частотных системах** по каналу связи передается переменный ток изменяющейся частоты. Для выработки синусоидального тока переменной частоты в таких системах используют обычно электронные генераторы синусоидальных колебаний, а для повышения стабильности частоты передаваемого тока применяют специальные схемы и методы. В качестве приемных устройств в частотных системах чаще всего используются различные электронные частотомеры.

Частотно-импульсные системы применяются обычно при частотах передачи импульсов до 20 *гц*; частотные же системы работают на более высоких частотах — от десятков до тысяч герц.

В зависимости от конкретных условий работы телемеханизируемого объекта находят применение все перечисленные выше системы телеизмерения. Так, например, при телемеханизации систем энергоснабжения на промышленных предприятиях для телеизмерения электрических величин, как правило, применяются системы интенсивности: выпрямительная — для телеизмерения напряжения и тока, индукционно-выпрямительная — для телеизмерения мощности. Для телеизмерения технологических параметров, таких, например, как уровень, давление, расход, температура и другие, здесь используются различные телеизмерительные системы. Следует, однако, иметь в виду, что для измерения разноименных технологических параметров на одном объекте наиболее целесообразно применение единой для всех измеряемых параметров системы телеизмерения, что исключает необходимость установки разнотипной измерительной аппаратуры и облегчает эксплуатацию. Желательно также для телеизмерений, передаваемых на диспетчерский пункт, и для местных измерений использовать общие датчики.

Для уменьшения общего числа телеизмерительных аппаратов и приемных приборов на диспетчерском пункте однородные измерения, поступающие по вызову с разных контролируемых пунктов, принимаются обычно на общие измерительные приборы.

2. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И УЗЛЫ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

а) ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Современные телемеханические устройства представляют собой сложные комплексы, состоящие из отдельных функциональных узлов, блоков и аппаратов, связанных в единую электрическую схему.

До последнего времени телемеханическая аппаратура комплектовалась в основном из релейно-контактных электромеханических элементов. Наиболее широкое распространение среди них получили электромагнитные, глав-

ным образом слаботочные реле постоянного тока нейтральные и поляризованные, шаговые искатели различных типов, а также резонансные реле, используемые в системах с частотным разделением сигналов.

Релейно-контактная аппаратура позволяет легко реализовать разнообразные функции, требуемые в устройствах телемеханики, такие, например, как переключение различных цепей, формирование и усиление импульсных сигналов, элементарные логические функции, создание временных задержек и др. Опыт эксплуатации телемеханических систем с релейно-контактной аппаратурой показал, что они при соответствующем обслуживании вполне надежно работают, хорошо контролируются, сравнительно удобны в эксплуатации. Схемы, построенные на релейно-контактной аппаратуре, достаточно просты и четки.

В то же время релейно-контактная аппаратура обладает рядом существенных недостатков, с одной стороны, препятствующих совершенствованию характеристик телемеханических устройств, а с другой, требующих постоянного наблюдения за ее состоянием и тщательного обслуживания. Такая аппаратура вследствие наличия в ней подвижных частей и контактов требует индивидуальной регулировки, имеет ограниченное быстродействие, характеризуется относительно невысокой максимально допустимой частотой переключений, имеет значительные размеры и вес, потребляет больше энергии, недостаточно виброустойчива, предъявляет высокие требования к среде, в которой она работает, требует постоянного проведения профилактических мероприятий.

Естественно, что релейно-контактная аппаратура непрерывно совершенствуется, и нет сомнения, что она и в будущем будет использоваться в устройствах телемеханики, особенно в простейших схемах, где она работает надежно и применение ее вполне обосновано. Однако в последние годы в связи с бурным развитием автоматики, полупроводниковой техники и радиоэлектроники релейно-контактная аппаратура и в устройствах телемеханики все больше вытесняется статическими бесконтактными элементами. Бесконтактные элементы обладают значительно большим сроком службы, высокой скоростью переключения, повышенной надежностью, небольшими размерами и весом, потребляют незначительное количество энергии, требуют меньшего, но в то же

время более квалифицированного обслуживания, могут работать во влажных и запыленных местах, агрессивных средах и достаточно виброустойчивы.

Из бесконтактных элементов в устройствах телемеханики наиболее широко применяются полупроводниковые диоды и триоды (транзисторы), магнитные элементы с прямоугольной петлей гистерезиса и магнитные усилители.

В настоящей брошюре указанные выше электромеханические и бесконтактные элементы подробно не рассматриваются. Необходимые сведения об этих элементах и аппаратуре с их применением можно найти в специальной литературе [Л. 9, 12].

При рассмотрении принципов построения и работы различных систем телемеханики указывалось, что основными узлами устройств телемеханики являются генераторы импульсов, распределители, шифраторы и дешифраторы, а в устройствах телеизмерения, кроме того, датчики и преобразователи. Назначение и функции каждого из этих узлов были рассмотрены выше. Для того чтобы дать представление о различных способах реализации этих узлов на базе как контактных, так и бесконтактных элементов, в настоящем параграфе приведены примеры выполнения основных функциональных узлов телемеханических устройств и даны соответствующие пояснения.

Датчики, представляющие собой самостоятельную обширную группу приборов, в брошюре не рассматриваются [Л. 13].

Важное значение в устройствах телемеханики имеют так называемые защитные узлы. С помощью этих узлов обеспечиваются электрическая защита оборудования, защита устройств от различных сбоев в работе устройства, от помех, вызывающих искажение передаваемых сигналов и команд, а также контроль за состоянием и работой функциональных узлов устройства и каналов связи. Защитные узлы, имеющие определенную специфику и в известной мере выполняющие вспомогательные функции, в настоящей брошюре также не рассматриваются.

б) ГЕНЕРАТОРЫ ИМПУЛЬСОВ

Назначение генераторов импульсов в устройствах телемеханики состоит в образовании серии импульсов, передаваемых в линию связи между полукомплектами

устройства. Генераторы импульсов разделяют на релейно-контактные и бесконтактные.

Релейно-контактные генераторы импульсов представляют собой устройства, собранные на электромагнитных реле. Наиболее элементарными являются генераторы, построенные на двух реле. Такие генераторы принято называть *«пульс-парами»*.

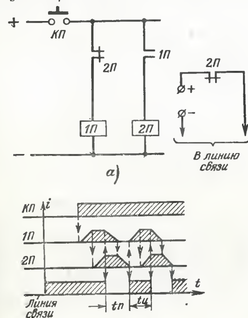


Рис. 7. Двухрелейный генератор импульсов.

а — принципиальная схема; *б* — временна́я диаграмма импульсов; $t_п$ — время паузы; $t_и$ — время импульса.

На рис. 7,*а* показана принципиальная схема пульс-пары, а на рис. 7,*б* — временна́я диаграмма ее работы. Пульс-пара работает следующим образом. При замыкании ключа *КП* напряжение через размыкающий контакт реле *2П* подается на катушку реле *1П* и последнее срабатывает. При срабатывании реле *1П* через его замыкающий контакт получает питание катушка реле *2П*, которое, срабатывая, своими размыкающими контактами, во-первых, обрывает цепь питания линии связи, нормально

обтекаемой током, а, во-вторых, обесточивает реле *1П*. Реле *1П*, отпадая, обрывает питание катушки реле *2П*, что приводит схему в исходное положение. Таким образом, в линии связи образуется серия пауз и импульсов тока.

На временно́й диаграмме (рис. 7,*б*) стрелками показана последовательность срабатывания элементов схемы.

В практических схемах устройств телемеханики гене-

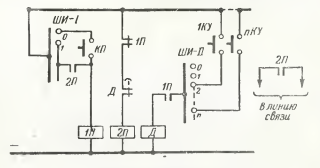


Рис. 8. Релейный генератор импульсов.

ратор импульсов содержит специальные элементы, которые образуют в серии импульсный избирающий признак, например удлиненную паузу или импульс, соответствующие определенной команде или положению объекта. Применяя в схемах пульс-пары реле с выдержкой времени, можно регулировать длительность импульса или паузы.

В качестве примера рассмотрим работу еще одной схемы генератора импульсов (рис. 8), используемой в телемеханическом устройстве УТМ-1.

Эта схема включает пульс-пару, состоящую из реле *1П* и *2П*; дополнительное реле *Д*, имеющее выдержку времени на отпускание; кнопки управления: объектные *КУ* и общую пусковую для устройства телемеханики *КП*; шаговый искатель *ШИ*.

Когда устройство находится в работе (кнопка *КП* нажата), по цепи — плюс, ламель *0 ШИ-I*, кнопка *КП*, катушка реле *1П*, минус — подается питание на реле *1П* пульс-пары. Это реле, срабатывая, во-первых, разрывает цепь питания катушки реле *2П*, ранее обтекаемой током по цепи — плюс, размыкающий контакт реле *1П*, размы-

кающий контакт реле *Д*, катушка реле *2П*, минус — и, во-вторых, подготовляет к срабатыванию реле *Д*. При нажатии пусковой кнопки *КП* запускается в работу также шаговый искатель *ШИ* (катушка *ШИ* на рис. 8 не показана), щетки которого начинают переходить с одной ламели на другую. При переходе щетки *ШИ-I* с ламели *0* на ламель *1* обесточивается реле *1П*, так как реле *2П* отпущено и, следовательно, его замыкающий контакт в цепи *ШИ-I* — катушка реле *1П* разомкнут. Реле *1П*, отпадая, включает реле *2П*. Последнее, замыкая свой контакт в цепи катушки реле *1П*, вновь включает это реле, и таким образом в линию связи через замыкающий контакт реле *2П* будет поступать импульсная серия.

При нажатии ключа управления *КУ* (например, ключа *1КУ*, соответствующего ламели *2 ШИ-II*) в момент, когда щетка *ШИ-II* попадает на ламель *2*, при включенном реле *1П* срабатывает реле *Д*, которое своим размыкающим контактом задерживает срабатывание реле *2П*. Такая задержка обеспечивает поступление в линию связи удлиненной паузы, соответствующей выбранному объекту.

Бесконтактные генераторы импульсов представляют собой различные переключающиеся схемы, построенные либо на полупроводниковых приборах, либо на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса.

Основными достоинствами бесконтактных генераторов по сравнению с релейно-контактными, являются неограниченное число срабатываний, строгое постоянство параметров импульсов при изменениях в широких пределах напряжения питания и температуры окружающего воздуха, практически мгновенный переход из нерабочего режима в рабочий и наоборот.

Рассмотрим схемы некоторых простейших бесконтактных генераторов.

Наиболее распространенными из них являются *мультивибраторы*. Мультивибраторы способны генерировать периодические колебания несинусоидальной формы, в основном прямоугольные, трапецеидальные и пилообразные.

На рис. 9 приведена схема мультивибратора, собранного на двух полупроводниковых триодах (транзисторах). Этот генератор представляет собой двухкаскадный усилитель, у которого сигнал с выхода (коллектора) одного триода, например T_1, подается на вход (базу)

другого триода T_2 через конденсатор C_1. Конденсатор C_1, разряжаясь, подает на базу триода T_2 отрицательный потенциал, после чего триод T_2 открывается через конденсатор C_2, что обеспечивает подачу отрицательного по-

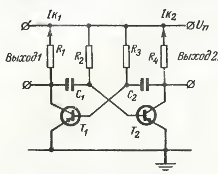


Рис. 9. Мультивибратор на полупроводниковых триодах.

тенциала на базу триода T_1. После срабатывания триода T_1 цикл повторяется снова.

В случае, если в приведенной на рис. 9 схеме величины R и C в цепях обоих триодов одинаковы, т. е. схема является симметричной, продолжительности импульса и паузы равны между собой. Изменяя эти величины, можно регулировать продолжительность импульса и паузы, что является весьма существенным для устройств телемеханики, так как обеспечивает тем самым выбор избирающего признака. Полученные импульсы либо через промежуточный преобразователь, либо непосредственно попадают в линию связи, образуя определенный код телемеханической передачи.

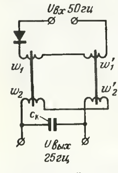


Рис. 10. Делитель частоты.

Примером генераторов импульсов другого типа могут служить *делители частоты*.

Делители частоты способны выдавать на выходе импульсы, частота которых составляет определенную долю частоты питания. Рассмотрим схему делителя частоты, построенного на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса (рис. 10). Такой делитель применя-

ется в качестве неуправляемого генератора в устройствах телемеханики непрерывного действия с непосредственным питанием от сети с частотой 50 *гц*, которую он преобразует затем в импульсы с частотой 25 *гц*. Принцип действия этого генератора основан на возникновении колебаний в контуре, образованном индуктивностью обмоток w_2 и w'_2 и емкостью $C_к$. С помощью диода за счет его односторонней проводимости в сердечнике усилителя создается постоянное поле смещения. Контур в данном случае настроен на половинную частоту сети. Переменным параметром в такой схеме является индуктивность обмоток усилителя, которая под влиянием насыщения магнитных сердечников меняется с частотой 50 *гц*.

в) РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

Важнейшим узлом всех телемеханических устройств с временны́м разделением сигналов является распределительный узел. В зависимости от типа устройства и используемой в нем аппаратуры распределительные узлы имеют различные конструктивные и схемные исполнения.

В релейно-контактных телемеханических устройствах в качестве **контактных распределителей** до последнего времени широко использовались *шаговые искатели* (ШИ).

Шаговые искатели [Л. 10]—это слаботочные аппараты, используемые в телемеханике, связи и автоматике. Принцип действия шагового искателя основан на том, что его щетки, перемещаясь по очереди с контакта на контакт после каждого срабатывания приводного механизма, последовательно замыкают ряд электрических цепей. Привод шагового искателя состоит из электромагнита и движущего механизма, представляющего собой, как правило, храповое колесо с собачкой, которое приводится во вращение от якоря электромагнита с помощью системы рычагов. В зависимости от конструктивного выполнения приводного механизма шаговые искатели подразделяются на искатели с прямым или обратным приводом. В шаговых искателях с прямым приводом щетки переходят с контакта на контакт при подтягивании якоря электромагнита. У искателей с обратным приводом передвижение щеток происходит при отпадании якоря электромагнита.

Наибольшее распространение в телемеханических системах получили шаговые искатели типов ШИ-11, ШИ-17, ШИ-25 и ШИ-50.

Наряду с шаговым искателем, аппаратом, выполняющим роль распределителя, может служить *многократный координатный соединитель* (МКС).

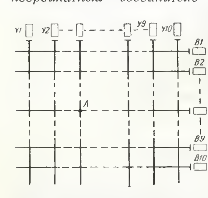


Рис. 11. Принцип устройства многократного координатного соединителя.

У1—У10 — удерживающие электромагниты; *В1—В10* — выбирающие электромагниты.

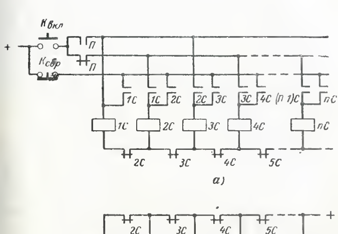
Особенностью МКС является то, что он не имеет контактных щеток и контактного поля и, вообще говоря, не предназначен для выполнения функций искателя. Однако, применяя специальную схему, можно использовать МКС в качестве обычного искателя.

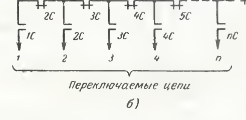
Конструктивно МКС (рис. 11) представляет собой аппарат, имеющий вертикальные (удерживающие) и горизонтальные (выбирающие) электромагниты. Эти электромагниты механически связаны с так называемыми струнами или линиями. Соединение струн в МКС происходит после срабатывания соответствующих выбирающего и удерживающего электромагнитов, т. е. в месте пересечения горизонтальных и вертикальных струн.

Основными достоинствами МКС по сравнению с шаговым искателем являются простота конструкции и быстродействие, выражающееся в том, что соединение любой цепи производится непосредственно в момент срабатывания выбирающего и удерживающего электромагнитов, в то время как шаговый искатель выбор, а затем включение соответствующей цепи начинает производить всегда из своего начального положения.

В релейно-контактных телемеханических устройствах находят широкое применение *релейные распределители*, представляющие собой счетные схемы, собранные из реле [Л. 1].

Применяются две разновидности релейных распределителей: двухтактные и однотактные. Первые отсчиты-





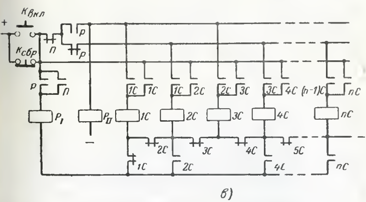


Рис. 12. Схемы релейных распределителей

а — двухтактная схема; *б* — выходные цепи; *в* — однотактная схема.

вают как импульсы, так и интервалы (паузы) между ними, вторые отсчитывают импульсы (или только паузы).

На рис. 12,*а* показана схема двухтактного релейного распределителя. В этой схеме при периодическом переключении контактов управляющего реле *П*, которое разделяет реле-счетчики *С* на четные и нечетные (т. е. как при срабатывании, так и при отпускании этого реле), происходит поочередное включение следующего по порядку реле-счетчика *С* и отключение предыдущего. Контакты реле *С* переключают цепи передачи или приема сигналов (рис. 12,*б*).

Однотактный распределитель (рис. 12,*в*) выполнен по более сложной схеме. В этом случае разделение цепей реле-счетчиков *С* на нечетные и четные выполнено при помощи двухобмоточного реле *Р* (обмотки реле обозначены P_{I} и P_{II}). Реле *Р* работает через два такта: включено во время нечетного импульса (реле *П* подтянуто) и следующей за ним паузы и отключено на четном импульсе (реле *П* отпущено) и паузе. Благодаря такому построению схемы очередное реле *С* срабатывает на паузе после отсчитываемого импульса и отключает предыдущее. Таким образом, реле *С* включаются поочередно в порядке их номеров. Число переключаемых цепей равно числу отсчитываемых импульсов.

В качестве конкретного примера рассмотрим релейный распределитель, который используется в телемеханическом устройстве типа УТБ-3 [Л. 5]. Этот распределитель (рис. 13) представляет собой счетчик на 19 позиций. На рис. 13 показаны только 5 из этих позиций. Распределитель работает следующим образом. В режиме ожидания линейное реле *Л* и реле *ДЛ* подтянуты, реле *КС* отпущено; при этом реле P_1 возбуждено по первой обмотке, а реле P_2 обесточено. На предварительной паузе принимаемой импульсной серии сначала отпускает реле *Л*, за ним с выдержкой времени — реле *ДЛ*, замыкая цепь реле *КС*; последнее, срабатывая, подает одним контактом напряжение на реле пересчетной схемы (*1Сч*—*5Сч*), а вторым контактом шунтирует контакт реле *ДЛ* и подает напряжение на реле P_2. В течение всей предварительной паузы реле P_1 остается подтянутым, поскольку оно блокируется по второй обмотке через замыкающий контакт реле *Л*.

При приходе первого импульса реле *Л* срабатывает, обесточивает реле P_1, но удерживает реле P_2 по его вто-

рой обмотке. Реле P_1 отпускает, при этом срабатывает первое реле распределителя *1Сч.* Второе реле *2Сч* не срабатывает, поскольку оно в этот момент зашунтировано через диоды $Д_2$ и $Д_5$. На следующей паузе (первой) с обмотки реле P_2 питание снимается и реле P_2 отпускает, подготовляя цепь первой обмотки реле P_1, которое возбуждается сразу после срабатывания реле *Л.* При

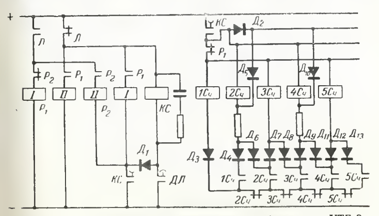


Рис. 13. Схема релейного распределителя устройства типа УТБ-3.

этом разорвется цепь обмотки реле *1Сч* и исчезнет цепь, шунтировавшая реле *2Сч.* Реле *2Сч* сработает по цепи: диод $Д_4$, замыкающий контакт реле *1Сч,* и заблокируется через диод $Д_6$ прежде, чем реле *1Сч* отпустит. Таким образом, к началу второй паузы останется возбужденным только реле *2Сч.*

На второй паузе снова сработает реле P_2, поэтому на третьем импульсе реле P_1 отпустит, подаст напряжение на реле *3Сч* и зашунтирует реле *2Сч.* Реле *3Сч* сработает через диод $Д_1$ и заблокируется через свой замыкающий контакт. В дальнейшем реле P_1 будет срабатывать на всех четных и отпускать на всех нечетных по номеру элементах принимаемой серии, причем срабатывание реле P_1 будет вызывать срабатывание четных реле счетчика (*2Сч—18Сч*), а возврат P_1 — срабатывание нечетных реле счетчика (*1Сч—19Сч*).

Бесконтактные распределители, так же как и другие узлы в бесконтактных схемах телемеханики, могут быть

выполнены на полупроводниковых и магнитных элементах.

Рассмотрим работу некоторых из них. На рис. 14 показан бесконтактный распределитель, построенный на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса. Такие схемы, как и релейные, выполняются либо

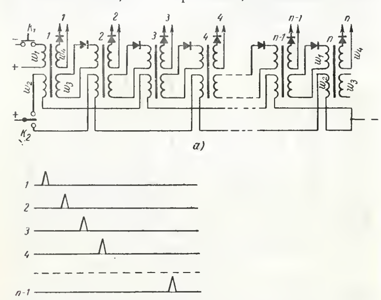


Рис. 14. Бесконтактный распределигель на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса.

а — принципиальная схема; *б* — диаграмма импульсов в выходных цепях.

однотактными, либо двухтактными. На рис. 14 представлена схема двухтактного распределителя, аналогичного по своим функциям релейному распределителю, показанному на рис. 12,*а*.

Принцип действия схемы, приведенной на рис. 14, следующий. Каждый сердечник имеет четыре обмотки: обмотку подготовки w_1, обмотку считывания w_2, обмотку переноса w_3 и выходную обмотку w_4.

В исходном положении все сердечники, кроме первого, находятся в размагниченном состоянии *0* (см.

рис. 22). Первый сердечник намагничивается (переводится в состояние *1*) кратковременным нажатием кнопки K_1. Затем переключатель K_2 переводится в верхнее положение и по всем обмоткам нечетных сердечников пропускается считывающий импульс. Так как подготовлен был только сердечник *1*, он перемагничивается, и в его обмотке w_4 возникает выходной импульс. Одновременно от обмотки w_3 сердечника *1* получает импульс подготовки обмотка w_1 сердечника *2*, в результате чего последний переходит в состояние *1*.

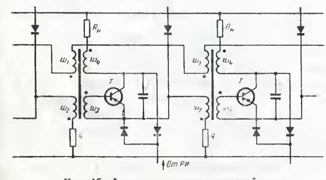


Рис. 15. Феррит-транзисторные ячейки.

При переводе переключателя K_2 в нижнее положение сердечник *2* перемагничивается, т. е. переводится в состояние *0*, на его обмотке w_4 возникает импульс, а сердечник *3* подготавливается. При повторных манипуляциях с переключателем K_2 происходят подготовка и считывание у всех остальных сердечников и на их обмотках w_4 возникают выходные импульсы (рис. 14,*б*). Если обмотку w_3 сердечника *n* соединить с обмоткой w_1 сердечника *1*, то распределитель будет непрерывно работать по схеме замкнутого кольца. В реальных схемах условно изображенные на рис. 14,*а* ключи K_1 и K_2 отсутствуют, а управление распределителем осуществляется также с помощью бесконтактных элементов.

На подобном же принципе построены и однотактные распределители.

Другим примером бесконтактного распределителя импульсов может служить распределитель, собранный из феррит-транзисторных ячеек (рис. 15), которые представляют собой сочетание элемента магнитной памяти,

выполненного на феррите с прямоугольной петлей гистерезиса, и усилительного элемента — транзистора (подробнее см. [Л. 9]).

г) шифраторы и дешифраторы

Шифраторы и дешифраторы являются основными узлами телемеханических устройств комбинационного типа, выполняющими функции преобразователей подаваемой команды или сигнала в определенный телемеханический код, который на приемном конце снова преобразуется для получения информации в удобной для практического применения форме.

Назначение **шифратора** состоит в том, чтобы подать на вход телемеханического устройства сигнал (или код), который, с одной стороны, был бы удобен для его введения в устройство, например с помощью ключей, кнопок или блок-контактов соответствующих реле, а с другой стороны был бы удобен для дальнейшего преобразования телемеханическим устройством в систему сигналов для передачи через линию связи на другой полукомплект устройства.

Назначение **дешифратора** состоит в том, чтобы выделить на своем выходе только одно определенное сообщение из всей совокупности поступающей информации.

На практике широкое распространение получили дешифраторы, построенные на электромагнитных реле, или, как их еще называют, контактные пирамиды.

На рис. 16 показан пример простейшего релейно-контактного дешифратора, предназначенного для подключения восьми выходных цепей при наличии трех реле. Иными словами, этот дешифратор предназначен для трехэлементного двоичного кода, под которым будем подразумевать два состояния реле: 0 — реле обесточено и 1 — реле подтянуто.

Количество выходов у дешифратора, построенного по приведенной схеме, определяется по выражению

$$k=2^n,$$

где k — количество выходов;
n — число элементов (или реле);
2 — тип кода.

В нашем случае, как уже отмечалось, $k=2^3=8$.

Нетрудно убедиться из приведенной на рис. 16 схемы,

что сигнал, например, на выходе *4* будет иметь место при срабатывании реле P_1, на выходе *7* — при срабатывании реле P_3, на выходе *5* — при срабатывании реле P_2 и P_3 и т. д. Для каждого из восьми выходов образуется один определенный сигнал, обусловленный соответствующей комбинацией состояний реле P_1, P_2 и P_3.

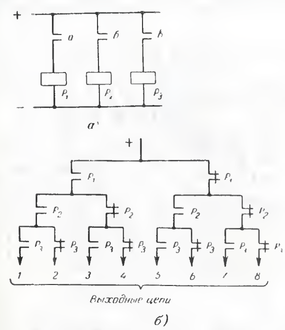


Рис. 16. Релейно-контактный дешифратор.
а — включение катушек реле; *б* — образование выходной цепи.

Практические схемы релейных дешифраторов бывают значительно сложней с точки зрения количества элементов, однако их работа в принципе не отличается от описанной.

В бесконтактных телемеханических устройствах широкое применение находят диодные дешифраторы, или, как их еще называют, диодные матрицы (рис. 17). Диодная матрица состоит из перекрещивающихся горизонтальных и вертикальных шин. В зависимости от необходимых условий вертикальные и горизонтальные шины соединены при помощи полупроводниковых диодов. Го-

ризонтальные шины обычно являются входными, а вертикальные — выходными. При этом сопротивления в схеме подбираются таким образом, чтобы $R \gg r$. В случае отсутствия управляющего потенциала на горизонтальных шинках (контакты управляющего аппарата *а — е* разомкнуты), диоды, связывающие каждую горизонтальную шинку с вертикальными, открыты и ток проходит по це-

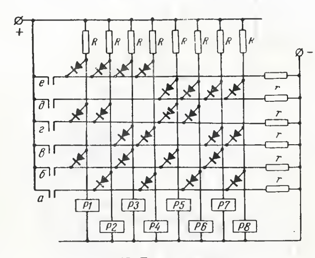


Рис. 17. Диодная матрица.

пи: плюс, *R*, диод, *r*, минус. Напряжение в выходной цепи (на катушках реле *P1—P8*) при этом близко к нулю. При подаче управляющего потенциала «плюс» на любую горизонтальную шинку через контакты *а — е* соответствующие диоды запираются, так как в этом случае потенциал на горизонтальной шинке выше потенциала на вертикальной шинке. Таким образом, на требуемом выходе (на катушке реле) появляется рабочее напряжение.

Различное сочетание состояния контактов *а—е* обеспечивает необходимое срабатывание соответствующих реле *P1—P8*. Матричные схемы могут быть выполнены не только на диодах, но также и на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса, на транзисторах и на ячейках, сочетающих в себе как полупроводниковые, так и магнитные элементы.

Специфическими узлами каждой системы телеизмерения являются датчик и преобразователь, с помощью которых производится непосредственное измерение контролируемого параметра и преобразование его в удобную для телемеханической передачи величину, а также показывающий или самопишущий приемный прибор. Остальные узлы системы телеизмерения, такие, как генераторы импульсов, дешифраторы и т. п., являются характерными для систем телемеханики любого назначения и рассмотрены выше.

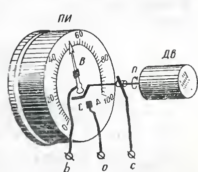


Рис. 18. Время-импульсный преобразователь угла отклонения первичного измерительного прибора.

Показывающие и регистрирующие приемные измерительные приборы являются универсальными, поэтому останавливаться на них в данной брошюре, очевидно, не имеет смысла.

Основной особенностью узлов, систем телеизмерения, в том числе датчиков и преобразователей, выпускаемых отечественной промышленностью в последние годы, является обеспечение унифицированного выходного сигнала, удовлетворяющего требованиям государственной системы приборов (ГСП). Наличие такого унифицированного выхода дает возможность использования датчиков и преобразователей телеизмерительных систем не только для целей простого телеизмерения, но и для ввода измеряемых параметров в вычислительные машины, используемые для оперативного управления процессами или системами. В системах телеизмерения электрических величин в качестве первичных датчиков обычно используются стандартные трансформаторы тока и напряжения.

Остановимся более подробно на некоторых характерных датчиках и преобразователях, используемых в системах телеизмерения.

На рис. 18 показан **преобразователь измеряемой величины** (угла отклонения первичного измерительного

прибора) в длительность импульса [Л. 1]. На первичном измерительном приборе *ПИ* устанавливается контактное устройство. Неподвижный контакт этого устройства *А* закрепляется несколько левее (на рис. 18 ниже) начальной отметки шкалы, а контакт *В* — на стрелке прибора. Щеточный контакт *С* приводится во вращение маломощным синхронным двигателем. Промежуток времени между моментами касания вращающимся контактом *С* контактов *А* и *В* определяется выражением

$$t = \frac{\alpha_0 + \alpha_X}{360° n},$$

где α_0 — начальный угол (от контакта *А* до начальной отметки шкалы), *град*;

α_X — угол отклонения стрелки прибора, *град*;

n — скорость вращения двигателя, *об/сек*.

Полученные при замыкании контактов кратковременные импульсы могут быть использованы затем для передачи сигналов в линию связи, например, по фазо-импульсному методу.

Обратное преобразование время-импульсного сигнала в показание, пропорциональное интервалу времени, производится на приемной стороне либо при помощи электромеханического измерителя длительности импульса с синхронным приводом, либо путем измерения величин среднего тока.

Далее рассмотрим работу так называемого **экспоненциального преобразователя**, который находит широкое применение в широтно-импульсных и время-импульсных системах телеизмерения. Этот преобразователь (рис. 19,*а*) представляет собой мост, в одну цепь которого включены сопротивления R_1 и R_a, в другую — сопротивление R и емкость C. В диагональ моста включен диод *Д*. Сопротивление нагрузки $R_н$ выбирается таким, чтобы выполнялось условие $R_н \ll R$. При замыкании ключа *К* на мост подается напряжение прямоугольной формы (рис. 19,*б*). Вследствие этого напряжение на конденсаторе *С* начинает возрастать по кривой, показанной на рис. 19,*в*, а на сопротивлении нагрузки напряжение изменяется, как показано на рис. 19,*г*. В момент времени t_C, определяемый временем заряда конденсатора, напряжение U_C станет равным входному напряжению $U_{вх}$, диод запирается и напряжение на выходе преобразова-

теля становится равным нулю. Импульсами, снимаемыми с выходного сопротивления преобразователя, управляются различные формирователи импульсов, например

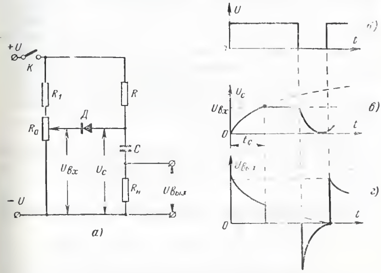


Рис. 19. Экспоненциальный преобразователь.
а — схема, *б*, *в*, *г* — временные диаграммы.

триггеры, которые посылают в линию связи соответствующие сигналы. Импульсные признаки этих сигналов пропорциональны величине сигнала, поступающего на вход преобразователя.

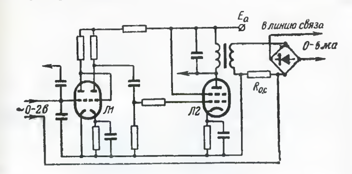


Рис. 20. Упрощенная схема ферродинамического преобразователя типа ПФТ.

На рис. 20 показана схема **преобразователя типа ПФТ.** Преобразователь представляет собой трехкаскадный электронный усилитель переменного тока, собранный на лампах *Л1* и *Л2*. На вход усилителя поступает сигнал переменного тока величиной от 0 до 2 *в*, снимаемый с ферродинамического датчика и с сопротивления обратной связи $R_{о.с}$, включенного в выходную токовую цепь. В выходной цепи преобразователя имеется выпрямительный мост, с которого сигнал величиной от 0 до 5 *ма* постоянного тока поступает в линию связи. Этот сигнал прямо пропорционален напряжению, снимаемому с ферродинамического датчика, и удобен для передачи по телемеханическим каналам.

Работа некоторых других датчиков-преобразователей описывается ниже при рассмотрении конкретных систем телеизмерения.

3. ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

а) СИСТЕМЫ ТЕЛЕУПРАВЛЕНИЯ — ТЕЛЕСИГНАЛИЗАЦИИ

В настоящее время промышленностью выпускаются различные телемеханические системы. Многие из этих систем имеют специальное назначение, другие получили широкое распространение в разных отраслях народного хозяйства страны.

В данном разделе приводится перечень наиболее распространенных систем телемеханики, имеющих общепромышленное назначение, и в качестве примера даются краткие описания некоторых из этих систем.

В табл. 1 приведен перечень промышленных устройств телеуправления — телесигнализации. Устройства типов ВРТ-53 и УТБ-55 ныне уже сняты с производства, однако они получили наиболее широкое распространение в нашей стране и явились родоначальниками серии различных телемеханических систем, в связи с чем также отражены в таблице.

Устройство типа УТМ-1. Релейно-контактное устройство телеуправления и телесигнализации типа УТМ-1 предназначено для осуществления с диспетчерского пункта операций телемеханического контроля и управления основным коммутационным оборудованием электрических станций и подстанций, объектов систем энергоснабжения промышленных предприятий, на железнодорож-

Таблица 1

Промышленные телемеханические устройства

Тип телемеханического устройства	Характеристика системы	Каналы связи
ВРТ-53 (снято с производства)	Релейно-контактное устройство с время-распределительным методом избирания, с шаговыми искателями	а) Кабельные или воздушные линии — одна пара жил; б) частотно-уплотненные линии связи; в) высокочастотные каналы по ВЛ
УТМ-1	Релейно-контактное устройство с время-распределительным методом избирания, с шаговыми искателями	а) Кабельные или воздушные линии — одна пара жил; б) частотно-уплотненные линии связи; в) высокочастотные каналы по ВЛ
УТБ-55 (снято с производства)	Релейно-контактное устройство с групповым время-распределительным методом избирания, с шаговыми искателями	То же
УТБ-3	Релейно-контактное устройство с время-распределительным методом избирания, с релейным распределителем и полупроводниковыми диодами	То же
РСТ	Малорелейное устройство с полупроводниковыми элементами, с время-распределительным методом избирания, с нефиксированным по длительности временным импульсным признаком	То же
БТЦ	Бесконтактные циклические системы с синхронными и синфазными источниками питания полукомплектов ДП и КП, на феррит-транзисторных ячейках с прямоугольной петлей гистерезиса и полупроводниковых триодах	Кабельные или воздушные линии — одна пара жил

Тип телемеханического устройства	Характеристика системы	Каналы связи
ТМЭ-1	Бесконтактная циклическая система с распределительным методом избирания, с синхронными и синфазными источниками питания полукомплектов ДП и КП, на электромагнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса и полупроводниковых диодах	Кабельные или воздушные линии — одна пара жил
БТФ	Бесконтактная циклическая система с распределительным методом избирания, с синхронными и синфазными источниками питания полукомплектов ДП и КП, на феррит-транзисторных и полупроводниковых элементах	То же
ВРТФ-1	Бесконтактная циклическая система с распределительным методом избирания, с использованием временно́го импульсного признака, на полупроводниковых диодах и триодах и электромагнитных элементах (ферритах) с прямоугольной петлей гистерезиса	а) Частотно-уплотненные линии связи; б) высокочастотные каналы по ВЛ
РТСМ-1	Бесконтактная циклическая система телесигнализации с распределительным методом избирания, с использованием временно́го импульсного признака, на полупроводниковых диодах и триодах	а) Кабельные или воздушные линии—одна пара жил (модель РТСМ-1-П); б) частотноуплотненные линии связи (модель РТСМ-1-Ч)
ТЧР-61	Релейно-контактное устройство, с частотным методом избирания	Кабельные или воздушные линии — одна пара жил
„Радиус“	Бесконтактная циклическая система с распределительным методом избирания, на феррит-транзисторных ячейках с прямоугольной петлей гистерезиса и полупроводниковых триодах	Кабельные или воздушные линии — одна пара жил. Работает по радиальной схеме

Продолжение табл. 1

Тип телемеханического устройства	Характеристика системы	Каналы связи
„Колос"	То же	Кабельные или воздушные линии — одна пара жил. Работает по древовидной схеме
ТСФ-63—С	Бесконтактная циклическая система с распределительным методом избирания с использованием временного импульсного признака, на феррит-диодных ячейках и полупроводниковых элементах	Кабельная линия — одна пара жил
ТСТ-2	Бесконтактная циклическая система с распределительным методом избирания на полупроводниковых элементах, с синхронными и синфазными источниками питания полукомплектов ДП и КП	Кабельные или воздушные линии — одна пара жил

ном транспорте и в других отраслях народного хозяйства [Л. 5, 10].

Устройство обеспечивает выполнение следующих операций:

а) телесигнализацию положения двухпозиционных объектов (включен, отключен), а также передачу однопозиционных импульсных сигналов;

б) телеуправление двухпозиционными объектами (включение, отключение);

в) вызов объектов телеизмерения с подключением их к отдельному каналу связи;

г) запрос диспетчером циркулярной известительной сигнализации с контролируемого пункта на диспетчерский пункт.

Устройство УТМ-1 выпускается заводом в двух вариантах исполнения:

а) для обслуживания одного контролируемого пункта;

б) для обслуживания от одного до трех контролируемых пунктов при работе по радиальным каналам связи.

Устройство имеет четыре разновидности полукомплектов — одна для диспетчерского пункта и три для контролируемого пункта:

а) полукомплект ДП-2 с максимальной емкостью 23ТС, 16ТУ, 10ВТИ;

б) полукомплект КП-2 с максимальной емкостью 23ТС, 16ТУ, 10ВТИ;

в) полукомплект КП-3 с максимальной емкостью 10ТС, 8ТУ, 4ВТИ;

г) полукомплект КП-4 с максимальной емкостью 23ТС (без ТУ и ВТИ).

Полукомплекты КП-3 и КП-4 предназначены для работы по радиальным каналам связи. В этом случае полукомплект ДП дополняется специальным релейным блоком (РК-ДП-2).

При работе устройств УТМ-1 по каналу постоянного тока линейная цепь представляет собой отдельную двухпроводную линию, на концах которой включены линейные реле полукомплектов ДП и КП. Питание линейной цепи осуществляется при этом со стороны КП от специального выпрямительного устройства, входящего в состав полукомплекта КП. Сопротивление проводов линии связи не должно быть выше 1 500 *ом* при использовании реле типа РКН в качестве линейного. При сопротивлении линии связи более 1 500 *ом* (но не более 4 000 *ом*) в качестве линейных реле используются поляризованные реле типа ТРМ, а линейные реле полукомплектов ДП и КП работают как повторители этих реле.

При использовании устройства, обслуживающего несколько КП по радиальным каналам связи, сопротивление линий связи между ДП и КП также не должно превышать 1 500 *ом*. Для образования частотных каналов связи используются специальные высокочастотные (в. ч.) посты и элементы «обработки» (в случае организации в. ч. каналов по ВЛ) или аппаратура уплотнения проводных телефонных цепей.

Принцип действия устройства заключается в следующем. В соединительной линии, связывающей ДП и КП, в состоянии покоя постоянно проходит ток контроля. При передаче приказа со стороны ДП или сигнала со стороны КП на передающей стороне начинает работать генератор импульсов, состоящий из двух реле (пульс-пара). Генератор импульсов создает в линии серию импульсов и пауз и заставляет передвигаться синхронно и синфазно

шаговые искатели в полукомплектах устройства на ДП и КП.

При передаче приказов с ДП на КП к одноименным контактам (ламелям) искателей на ДП подключаются ключи управления, а на КП — индивидуальные реле управления. При передаче сигналов с КП на ДП к контактам искателя на КП подключены блок-контакты объектов телесигнализации, а на ДП — сигнальные реле, соответствующие этим объектам.

В устройстве используются распределительный метод избирания и временной импульсный признак. Происходит прямое избирание объекта в зависимости от наличия в линии связи импульса или паузы определенной длительности.

В качестве распределителей в устройстве используются шаговые искатели обратного хода типа ШИ-25/4. Избирающим элементом сигнала является удлиненная пауза. Импульсы кода используются для передачи сообщений и одновременно для синхронизации работы распределителей на ДП и КП; при этом на распределитель ДП импульсы движения подаются непосредственно от генератора импульсов.

Импульсная серия устройства состоит из постоянного числа (25) импульсов и пауз независимо от характера операции (телеуправление, телесигнализация, вызов телеизмерения, запрос сигнализации). Начальная (предварительная) пауза серии всегда удлинена и служит для подготовки устройства к приему. В импульсной серии телесигнализации (рис. 21,*а*) удлиняются первая пауза, проверяющая работу цепей кодирования, и все паузы, соответствующие разомкнутым контактам датчиков сигнализации (на рис. 21,*а* эти паузы соответствуют объектам *2* и *21*). В импульсной серии телеуправления (рис. 21,*б*) удлиняются первая или вторая пауза («включить» или «отключить») и пауза, соответствующая управляемому объекту (на рис. 21,*б* серия соответствует команде «отключить объект 2»). В импульсной серии вызова телеизмерения (рис. 21,*в*) удлиняются первая или вторая пауза (выбор группы) и пауза, соответствующая номеру вызываемого датчика внутри группы. После проверки кода и подключения выбранного датчика к каналу связи с КП на ДП посылается «квитирующая» пауза, разрешающая подключение на ДП соответствующего приемного прибора. В распорядительном коде «запрос

сигнализации» (рис. 21,*г*) удлиняется только третья пауза, а в серии квитирования кратковременно действующих сигналов (КДС) — первая и третья паузы (рис. 21,*д*).

Питание полукомплекта *ДП* устройства УТМ-1 осуществляется постоянным током напряжением 60 *в*, а полукомплектов *КП* — переменным током напряжением 220 *в*, 50 *гц*.

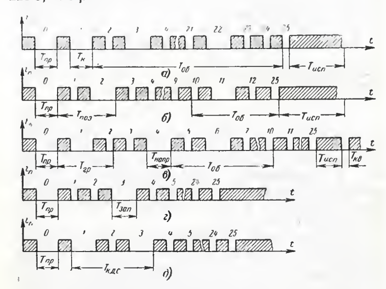


Рис. 21. Импульсная серия устройства ТУ—ТС типа УТМ-1.
а — известительной передачи; *б* — распорядительной передачи при ТУ; *в* — распорядительной передачи при ТИ; *г* — распорядительной передачи при запросе; *д* — распорядительной передачи при квитировании кратковременно действующих сигналов; $T_{пр}$ — предварительная пауза; $T_к$ — контрольная пауза; $T_{об}$ — объектный код; $T_{поз}$ — позиционный код (включить, отключить); $T_{гр}$ — выбор группы; $T_{исп}$ — разрешение на исполнение; $T_{кв}$ — квитирующая пауза; $T_{КДС}$ — код квитирования кратковременно действующих сигналов; $T_{зап}$ — код запроса.

Для питания местных и линейных цепей полукомплектов могут быть использованы аккумуляторные батареи или любые выпрямительные устройства со сглаживающими фильтрами, обеспечивающие коэффициент пульсации выпрямленного напряжения не более 5%. Для питания линейной цепи при проводной линии связи требуется самостоятельный источник питания, напряжение которого определяется из условий обеспечения в линии связи номинального тока 30 *ма* при линейном реле нейтрального

типа или 12 *ма* при линейном реле поляризованного типа. Величина напряжения питания линейной цепи не должна превышать 80 *в*.

Максимальная продолжительность распределительного цикла (передача одного приказа ТУ, запроса ТС или вызова одного объекта ТИ) при нормальных условиях работы устройства не превышает 3,4 *сек*. Продолжительность известительной передачи определяется числом объектов телесигнализации, находящихся в отключенном состоянии. Продолжительность циркулярных известительных передач при номинальных условиях работы устройства не превышает 6 *сек* при 100% отключенных объектов и 4,1 *сек* при 30% отключенных объектов. Частота пульсации линейного тока при нормальных условиях работы устройства составляет 10 импульсов в 1 *сек*. При этом длительность импульса составляет 55 *мсек*, паузы 45 *мсек* и удлиненной паузы 160—180 *мсек*.

Устройство типа ТМЭ-1. Бесконтактное устройство телеуправления и телесигнализации типа ТМЭ-1 выполняет следующие телемеханические функции:

а) телеуправление с ДП двухпозиционной коммутационной аппаратурой и оборудованием, установленным на КП (включение, отключение управляемых объектов);

б) непрерывную автоматическую телесигнализацию с КП на ДП о положении двухпозиционных объектов телесигнализации (в том числе и телеуправляемых);

в) вызов телеизмерения, т. е. подключение передающей и приемной аппаратуры телеизмерения к отдельному каналу связи;

г) телеуправление с ДП объектами, подлежащими регулированию, с одновременным телеизмерением регулируемого параметра.

Для выполнения указанных телемеханических функций требуется наличие проводной линии связи (кабельной или воздушной), связывающей полукомплекты устройства, установленные на ДП и КП, и синхронные и синфазные источники питания промышленной частоты на обоих концах линии связи.

Выпускается это устройство в трех модификациях, отличающихся емкостью по телеуправлению и телесигнализации положений двухпозиционных объектов: модификация А — ТУ до 12 объектов и ТС до 13—14 объек-

тов; модификация Б — ТУ до 26 объектов и ТС до 27—28 объектов; модификация В — ТУ до 40 объектов и ТС 41—42 объекта.

Блочный принцип построения, принятый в устройстве, позволяет без нарушения структуры схемы образовывать в пределах каждой модификации модели устройства, отличающиеся друг от друга емкостью по числу объектов

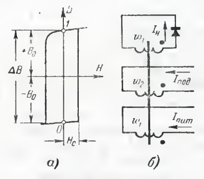


Рис 22. Магнитный элемент с прямоугольной петлей гистерезиса.
а — кривая намагничивания; *б* — схема магнитного элемента.

ТУ, ТС, ТР (телерегулирования) и ВТИ (вызова телеизмерения).

Устройство построено на магнитных элементах с прямоугольной петлей гистерезиса (ППГ). Принцип действия магнитных элементов с ППГ основан на свойствах материала сердечников этих элементов оставаться в одном из двух устойчивых состояний: $+B_0$ или $-B_0$ (точки *1* и *0* циклической петли гистерезиса магнитного элемента на рис. 22) после снятия внешнего питания. Значительное изменение магнитной индукции ($\Delta B=2B_0$) сердечников происходит тогда, когда знак подведенного к сердечнику питания противоположен знаку остаточной индукции. При этом элемент перемагничивается и в его обмотках наводится электродвижущая сила (э. д. с.), соответствующая «рабочему» импульсу.

Минимальное число обмоток магнитного элемента три: обмотка питания w_1, обмотка подготовки w_2 и выходная рабочая обмотка w_3 (рис. 22,*б*). Начало обмоток обозначается точкой. Кроме того, принято, что для подготовки элемента необходимо подать импульс тока в обмотку подготовки от конца обмотки к началу. Во время

подготовки элемента импульсы тока в других обмотках заперты выпрямителями.

Для срабатывания элемента необходимо подать импульс тока в обмотку питания по направлению от начала к концу. В этом случае возникает рабочий импульс тока в выходной обмотке элемента. Питание элементов с ППГ осуществляется полуволнами, полученными в результате однополупериодного выпрямления переменного тока промышленной частоты.

Импульс в обмотку подготовки элемента поступает в момент отсутствия импульсов питания (т. е. в тот момент, когда цепь питания этого элемента оказывается запертой вентилем). Это достигается либо питанием управляющего и управляемого элементов полуволнами противоположных знаков, либо включением в цепь питания этих элементов фазосдвигающих цепочек, состоящих из конденсатора и сопротивления, как это и сделано в распределителях данного устройства.

Наряду с магнитными элементами с ППГ, нагрузкой которых являются цепи обмоток подготовки других элементов с ППГ, в схеме данного устройства используются магнитные элементы, воздействующие на выходные электромагнитные реле. Этот вид магнитных элементов представляет собой магнитные усилители релейного действия или бесконтактные магнитные реле, выполненные по дроссельной схеме с внутренней обратной связью [Л. 10].

В качестве выходных реле в устройстве применены электромагнитные реле типов РКН на ДП и МКУ-48 на КП.

Блок-схема устройства типа ТМЭ-1 представлена на рис. 23. Полукомплекты ДП (рис. 23,*а*) и КП (рис. 23,*б*) соединяются двухпроводной линией связи, по которой осуществляется двусторонняя передача импульсов (ТУ — в одном и ТС — в другом направлении). Подключение этой линии к телеизмерительным устройствам производится через передающие узлы и ключи управления (или блок-контакты контролируемых объектов), подключающие выходы соответствующих элементов распределителя к линии связи. Количество импульсов, посылаемых в линию связи, и их местоположение в импульсном цикле находятся в точном и однозначном соответствии с положением ключей или блок-контактов.

Импульсы поступают в узел приема того или другого полукомплекта устройства, который в зависимости от

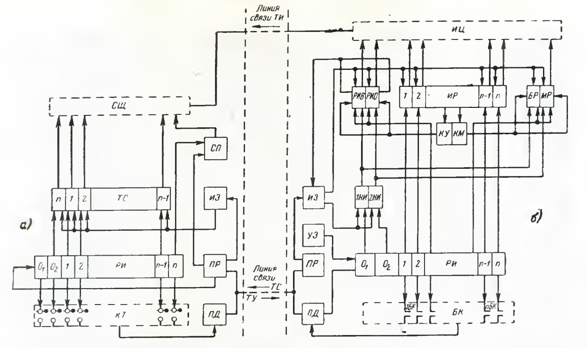


Рис. 23. Блок-схема устройства ТУ—ТС типа ТМЭ-1.

а — полукомплект ДП; *б* — полукомплект КП; *РИ* — распределители импульсов, состоящие из элементов: $О_1$, $О_2$, 1—*n*; *УЗ* — узел запуска; *ПД* — передающие узлы; *ПР* — приемные узлы; *ИЗ* — узлы избирания; *ТС* — индивидуальные реле телесигнализации *1С—nС*; *ИР* — индивидуальные реле телеуправления, телеизмерения; *1НИ*, *2НИ* — реле, осуществляющие подготовку исполнительных реле *РИВ*, *РИО*, *БР*, *МР*; *КУ* и *КМ* — защитные узлы при телеуправлении и телеизмерении; *СП* — узел контроля, сигнализирующий повреждение устройства; *КТ*—ключи и кнопки объектов телеуправления и вызова телеизмерения; *БК* — блок-контакты объектов телесигнализации; *СЩ* — цепи символов объектов телесигнализации на мнемосхеме щита; *ИЦ* — измерительные цепи объектов телеизмерения и телерегулирования.

наличия или отсутствия в линии связи импульсов на том или ином такте через узел избирания направляет выходной импульс элемента распределителя либо в обмотку включения, либо в обмотку отключения соответствующего исполнительного реле на КП или индивидуального реле телесигнализации на ДП. Последние срабатывают и производят необходимую операцию ТУ, ВТИ или ТС.

В схеме устройства предусмотрены защитные и контрольные узлы, обеспечивающие синхронную работу распределителей, контролирующие включение только одного индивидуального реле на КП и запрещающие исполнение новых приказов в процессе выполнения предыдущего приказа (при телеуправлении), а также узел, обеспечивающий сигнализацию при различных повреждениях устройства.

В устройстве применен циклический метод синхронизации распределителей. Каждый из распределителей питается от собственного генератора импульсов, а синхронизация осуществляется один раз за цикл. В качестве генератора импульсов используется синхронная сеть переменного тока частотой 50 *гц*. Поэтому необходимым условием работы схемы является наличие синхронных и синфазных источников переменного тока на ДП и КП. Запуск распределителя на КП осуществляется автоматически при подаче на схему напряжения.

Распределитель КП выполнен по замкнутой кольцевой схеме, благодаря чему он работает, непрерывно повторяя циклы.

Распределитель ДП не замкнут в кольцо. Его запуск осуществляется от синхронизирующего импульса, поступающего с КП и воздействующего на первый элемент распределителя ДП. На КП каждый раз при срабатывании первого элемента распределителя в линию связи посылается указанный синхронизирующий импульс.

После запуска распределителя ДП оба распределителя совершают синхронно один цикл, после чего на первом шаге распределителя КП в линию связи вновь посылается синхронизирующий импульс, воздействующий на первый элемент распределителя ДП. Так осуществляется непрерывное и синхронное движение обоих распределителей. Каждый из указанных распределителей является приемо-передающим и связан в цепях передачи с ключами управления на ДП и блок-контактами управ-

ляемой аппаратуры на КП, а в цепях приема — с исполнительными реле.

Движение распределителей импульсов на ДП и на КП, а также передача приказов и прием импульсов сигнализации производятся на противоположных полупериодах. Поэтому передача команд ТУ и ВТИ и сигналов ТС может производиться одновременно.

Избирающим признаком для выбора объектов ТУ, ВТИ и ТР является наличие импульсов одной и той же полярности, а для выбора объектов ТС — наличие или отсутствие импульсов другой (противоположной ТУ, ВТИ и ТР) полярности.

Диаграмма цикла импульсной серии в линии связи приведена на рис. 24. Цикл импульсной серии состоит из n периодов переменного тока, соответствующих числу «шагов» распределителя, причем нечетные полупериоды

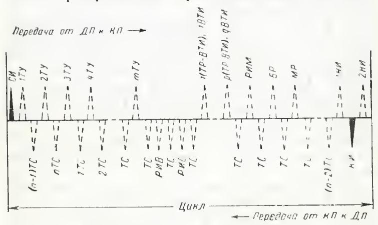


Рис. 24. Диаграмма цикла импульсной серии в линии связи устройства ТМЭ-1.

ТС — импульс телесигнализации; *ТУ* — импульс телеуправления; *СИ* — синхронизирующий импульс; *КИ* — контрольный импульс; *ВТИ*, *РИМ* — импульсы вызова телеизмерения; *РИВ* — импульсы разрешения исполнения операции включения; *РИО* — то же операции отключения; *ТР*, *БР*, *МР* — импульсы телерегулирования; *1НИ*, *2НИ* — импульсы защиты от неправильного выбора объекта *ТУ*.

занимаются импульсами телесигнализации ТС, синхронизирующим импульсом *СИ* (полярность которого противоположна импульсам ТС) и контрольным импульсом *КИ*, контролирующим нормальную работу устройства. Четные полупериоды используются для передачи прика-

зов с ДП на КП, причем полярность импульсов *РИВ* (разрешающего выполнение операции включения объекта) и *РИО* (то же для операции отключения), входящих в импульсную серию при телеуправлении, противоположна полярности импульсов ТУ.

Наличие импульсов ТС в импульсной серии соответствует включенному положению объектов ТС, а отсутствие — отключенному. Количество импульсов ТС в импульсной серии телесигнализации меняется в зависимости от положения контролируемых объектов.

Импульсная серия телеуправления на включение или на отключение объекта содержит три импульса, причем импульсная серия на включение управляемого объекта содержит импульсы *2НИ*, *ТУ* и *РИВ*, а на отключение — импульсы *1НИ*, *ТУ* и *РИО*. В результате приема на КП этих импульсов происходит включение реле *У* и *РИВ* (при включении объекта) или реле *У* и *РИО* (при отключении объекта).

Импульсная серия «вызова телеизмерения» ВТИ определяется наличием двух импульсов — одного, соответствующего вызываемому объекту телеизмерения (импульс ВТИ), и другого — импульса *РИМ*, осуществляющего включение реле *М* и *РИМ*.

Наличие в серии телеуправления импульсов *1НИ* и *2НИ* обеспечивает защиту от неправильного выбора объекта ТУ при рассинхронизации движений распределителей ДП и КП.

Импульсный цикл в линии связи всегда содержит синхронизирующий импульс *СИ* и контрольный *КИ* независимо от того, передается приказ или телесигнализация.

Дальность действия устройства составляет 15 *км* при использовании для телепередачи сигналов проводной кабельной линии связи со следующими параметрами: сопротивление постоянному току не более 20 *ом/км*; индуктивность не более 0,7 *мгн/км*; рабочая емкость между проводами не более 0,05 *мкф/км*; сопротивление изоляции не менее 500 *Мом/км*. В случае использования воздушной линии связи суммарное сопротивление проводов не должно превышать 3 000 *ом*, а суммарное сопротивление изоляции между проводами должно быть не менее 100 000 *ом*.

Использование «земли» в качестве провода не допускается. Продолжительность передачи сигналов зависит от емкости данного устройства и от момента образова-

ния кодирующей цепи по отношению к шагу работы распределителя. Например, для модели В, имеющей максимальную емкость, она не превосходит 1,88 *сек.*

Устройство типа РТСМ-1. Бесконтактное устройство телесигнализации типа РТСМ-1 предназначено для телемеханизации промышленных объектов (например, систем электро-, водо-, газоснабжения и других промышленных систем энергоснабжения), а также для использования в районных энергосистемах. Устройство обеспечивает функции телемеханического контроля за состоянием автоматизированных объектов, работающих, как правило, без постоянного дежурного персонала.

Емкость устройства типа РТСМ-1—10 объектов ТС. Устройство выполнено на бесконтактных элементах — полупроводниковых диодах и триодах. В качестве выходных реле используются герметизированные реле типа РМУГ.

Устройство РТСМ-1 работает по симплексному (передача информации только в одном направлении) частотному каналу или по физической двухпроводной линии связи. В соответствии с этим выпускаются две модели устройства РТСМ-1: модель «Ч» — с блоками частотного уплотнения и полосовыми фильтрами и модель «П» — без блоков частотного уплотнения и полосовых фильтров.

Продолжительность передачи известительного цикла не превышает 1 *сек* при 20% отключенных объектов. Номинальное напряжение питания полукомплектов устройства — 220 *в* переменного тока.

Резервирование питания полукомплектов осуществляется от трансформаторов напряжения с номинальным вторичным напряжением 100 *в.* В полукомплекте ДП предусмотрена возможность резервирования питания по постоянному току напряжением 24 *в.* Потребление полукомплекта КП по переменному току совместно с блоками частотного уплотнения составляет около 10 *ва*, а полукомплекта ДП — не более 260 *ва.*

Устройство РТСМ-1 рассчитано на воспроизведение получаемых известительных сигналов о состоянии объектов телесигнализации на мнемосхемах диспетчерских щитов.

В устройстве применен распределительный метод избирания с временны́м импульсным признаком. Для выбора объектов используется удлиненная пауза.

РТСМ-1 — устройство непрерывного действия, имеющее пошаговую синхронизацию. Вся пришедшая в течение цикла информация воспроизводится после прихода удлиненного синхронизирующего импульса проверки синхронного хода распределителей.

Генератор импульсов на КП (рис. 25,*а*) работает в режиме непрерывной генерации. Импульсы генератора подаются на распределитель, состоящий из счетных триггеров и диодных схем совпадения. Одновременно генератор импульсов управляет работой линейного триггера. На тех шагах распределителя, где замкнуты контакты выходных реле сигнализации, образуется цепь для срабатывания триггера удлиненной паузы, который, воздействуя на генератор импульсов, создает удлиненные паузы в импульсной серии.

После 11-й контрольной удлиненной паузы триггер синхронизирующего импульса переводится в положение, когда он закрывает один из триодов линейного триггера, чем создается удлиненный синхронизирующий импульс в линии. После 16-го шага распределителя триггер синхронизирующего импульса переводится в исходное состояние и в линию поступает новая импульсная серия.

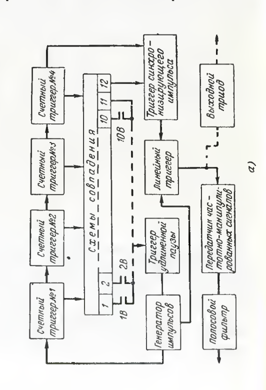
На ДП (рис. 25,*б*) импульсная серия усиливается усилителем-ограничителем и поступает на счетные триггеры, а также на селекторы, выделяющие удлиненные паузы и синхронизирующие импульсы. При приходе удлиненной паузы она выделяется селектором удлиненной паузы. При этом срабатывают соответствующий объектный триггер и реле *С*, которое самоблокируется. На 11-м шаге распределителя срабатывает контрольный триггер. В начале удлиненного синхронизирующего импульса срабатывает триггер синхронизирующего импульса. Закрывается ключ самоблокировки сигнальных реле, что приводит в соответствие их положение с положением объектных триггеров.

Если распределители ДП и КП работают синхронно и на 11-й удлиненной паузе сработал контрольный триггер, то при срабатывании триггера синхронизирующего импульса узел включения телесигнализации разрешает воспроизведение пришедшей за цикл информации на диспетчерском щите и пульте. По окончании удлиненного синхронизирующего импульса все счетные и объектные триггеры, а также контрольный триггер сбрасываются в исходное состояние.

Для осуществления контроля образования и приема импульсного признака — удлиненной паузы на КП имеется контрольная схема совпадений, которая в каждом цикле образует удлиненную паузу на 11-м шаге распределителя. На ДП на 11-м шаге распределителя перебрасывается контрольный триггер, фиксируя нормальную работу узлов образования и приема удлиненной паузы.

Если распределители на КП и ДП работают синхронно, то на 11-м шаге распределителя на ДП должна приходить контрольная удлиненная пауза и должен начинаться удлиненный синхронизирующий импульс. При несинхронной работе распределителей такого совпадения не происходит. В устройстве осуществляется также контроль исправности общих узлов и канала связи.

Полукомплекты КП и ДП устройства размещаются в металлических корпусах размером 480×250×160 *мм*, предназначенных для навесного монтажа. Все элементы устройства смонтированы на плате, на которой выполнен



Б—1414

Рис. 25. Блок-схема устройства ТС типа РТСМ-1.

а — полукомплект КП; *б* — полукомплект ДП; *1В—10В* — контакты датчиков телесигнализации. Пунктиром показаны входные и выходные цепи при использовании физической двухпроводной линии связи.

монтаж основной части схемы устройства, и в трех съемных блоках: блоке питания, блоке полосового фильтра и блоке передатчика частотноманипулированных сигналов КП или блоке приемника частотноманипулированных сигналов ДП. Кроме того, в полукомплекте ДП на угольниках установлены реле типа РМУГ.

Устройство типа «Радиус». Устройство телеуправления, телесигнализации и телеизмерения типа «Радиус» предназначено для централизованного контроля и управления сосредоточенными объектами промышленных предприятий. Устройство обеспечивает следующие функции:

а) телеуправление двухпозиционными объектами (включение и отключение);

б) телесигнализацию состояния объектов контроля;

в) вызов телеизмерения и отмену его;

г) передачу и прием телеизмерений.

Устройство имеет 16 модификаций, отличающихся друг от друга емкостью по количеству передаваемых команд и сигналов. Например, модификация «Радиус 1» имеет емкость 60 ТС, 5 ТИ и 45 объектов ТУ, ТР, ВТИ (суммарно), а модификации «Радиус 16» имеет только 10 объектов ТС.

Распределитель в устройстве выполнен на бесконтактных элементах — феррит-транзисторных ячейках. Остальные узлы устройства построены на бесконтактных триггерах, мультивибраторах (одновибраторах), рассмотренных в § 2.

В схеме устройства «Радиус» используется распределительный принцип избирания. Избирающим признаком является наличие или отсутствие импульса в линии связи на данном шаге распределителя.

Блок-схема устройства «Радиус» принципиально не отличается от блок-схем других аналогичных устройств телемеханики. В ней, однако, имеются и некоторые специфические узлы, присущие только данному устройству, такие, например, как время-импульсный преобразователь для телеизмерения и пересчетная схема, обеспечивающая синхронную работу распределителей на ДП и КП независимо от синхронности питания полукомплектов устройства.

Особенностью устройства «Радиус» является возможность не только вызова, но и передачи телеизмерений. Для этого в устройстве предусмотрен специальный время-импульсный преобразователь. В качестве датчиков

телеизмерений на КП могут использоваться любые стандартные приборы с выходом по току от 0 до 5 *ма*. Приемными приборами на ДП могут служить миллиамперметры магнитоэлектрические типов М362, М330, М367, Н375 со шкалой измерения от 0 до 5 *ма*, отградуированной в единицах измеряемой величины.

Питание устройства осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 *в*, частотой 50 *гц*. Дальность действия устройства составляет 20 *км* при использовании в качестве канала связи двухпроводной кабельной линии, имеющей сопротивление не более 200 *ом/км*, емкость не более 0,05 *мкф/км* и индуктивность не более 0,7 *мгн/км*.

б) СИСТЕМЫ ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЯ

В табл. 2 приведены основные характеристики некоторых систем телеизмерения, используемых в системах централизованного управления промышленными объектами.

Устройство для телеизмерения мощности трехфазного тока (рис. 26). Индукционно-выпрямительное устройство действует на принципе преобразования угла поворота подвижной части первичного измерителя в переменное напряжение и затем в постоянный ток.

Ваттметр-преобразователь *ВП* состоит из первичного измерительного прибора *ПИП* и индукционного преобразователя *ИП*, рамка которого механически связана с подвижной частью измерительного прибора. Электродвижущая сила, индуктируемая в рамке, пропорциональна углу ее поворота и однозначно определяется измеряемой величиной *ИМ*. Переменное напряжение с выхода ваттметра-преобразователя подается на выпрямительное устройство *В* типа ВУ-1А, собранное по бестрансформаторной схеме удвоения напряжения на двойном диоде. Выпрямленный ток по линии связи *ЛС* поступает на ДП и измеряется показывающим прибором *ПП*, в качестве которого используется миллиамперметр типа ТМА-5 (или ПМДГ-1), отградуированный в единицах телеизмеряемой величины. Для удобства эксплуатации схемой устройства предусмотрено наличие прибора местного отсчета *ПМО*.

Выпускаются ваттметры-преобразователи для измерения активной мощности в одной цепи — типа ВАПИ-2А и в двух цепях — типа 2ВАПИ-2А; для измерения реактивной мощности в одной цепи — типа ВРПИ-2А и в двух

Таблица 2

Системы телеизмерения

Наименование и назначение системы (устройства)	Характеристика системы	Область применения
Устройство для телеизмерения напряжения переменного тока промышленной частоты (завод „Электропульт“)	Токовая выпрямительная система интенсивности	Энергосистемы, промышленные предприятия
Устройство для телеизмерения величины переменного тока промышленной частоты (завод „Электропульт“)	То же	То же
Устройство для телеизмерения активной и реактивной мощности трехфазного тока промышленной частоты (завод „Электропульт“)	Токовая индукционно-выпрямительная система интенсивности	То же
Устройство для телеизмерения уровня воды в открытых водоемах или положения щитовых затворов гидротехнических сооружений (завод „Электропульт“)	То же	То же
Устройство для телеизмерения давления (завод „Электропульт“)	То же	То же
Система типа ТРТ-1 для телеизмерения расхода жидкости, газа или пара, перепада давления, напора, тяги, уровня жидкости в открытых резервуарах и в резервуарах под давлением (Харьковский завод КИП)	Токовая индукционно-выпрямительная система интенсивности	Промышленные предприятия, горнорудная промышленность, коммунальное хозяйство
Система для телеизмерения расхода, давления, уровня и температуры жидкости и газа (ИАТ АН СССР)	Время-импульсная система	Коммунальное хозяйство, ирригационные системы, подземная газификация, нефтегазовая промышленность, промышленные предприятия
Система „Диспетчерский рапорт“ для телеизмерений давления, расхода и температуры жидкости и газа“ (МЭИ)	То же	Промышленные предприятия, коммунальное хозяйство

Наименование и назначение системы (устройства)	Характеристика системы	Область применения
Устройство типа ЧИС для телеизмерения тока, напряжения, мощности, а также давления и уровня жидкости или газа (ЦЛЭМ Мосэнерго)	Бесконтактная частотно-импульсная система со статическим компенсационным передающим устройством	Энергосистемы, частично — промышленные предприятия
Устройство типа ЧИ для телеизмерения тока, напряжения, мощности, а также давления и уровня жидкости или газа (ЦНИИКА)	Частотно-импульсная система на полупроводниковых и магнитных элементах	Энергосистемы, промышленные предприятия
Низкочастотная система типа ТНЧ-2 для телеизмерения мощности, суммарной мощности, напряжения, тока, давления пара, уровня воды (завод „Электропульт")	Частотная система	Энергосистемы

цепях — типа 2ВРПИ-2А. Приборы выполняются для работы в комплекте с измерительными трансформаторами со вторичными токами 5 или 1 *а* и вторичным напряжением 100 *в*.

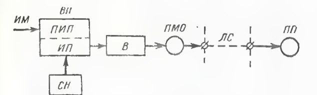


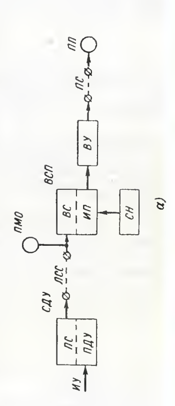
Рис. 26. Структурная схема устройства для телеизмерения мощности трехфазного тока.

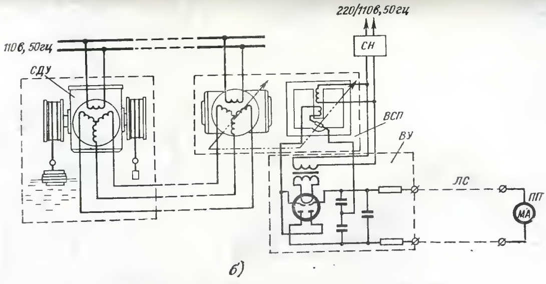
Ваттметр-преобразователь используется в комплекте со вспомогательным устройством типа ВУВ-1а (или ВУВ-3а), в котором конструктивно оформлены добавочные сопротивления цепей напряжения ваттметра, конденсаторы, компенсирующие погрешности при $\cos\varphi = 0{,}5$, а также делители выходного напряжения индукционного преобразователя.

Суммирование мощностей на контролируемом пункте осуществляется включением соответствующего количества ваттметров-преобразователей (от 2 до 20) с делителями выходного напряжения для приведения к одной шкале напряжения и мощности при условии, что наименьшее слагаемое составляет не менее 5% полной суммарной мощности. Делители напряжения соединяются последовательно.

Устройство питается от стабилизатора напряжения *СН* типа С-0,09 (или С-0,28).

Устройство для телеизмерения уровня воды в открытых водоемах или положения щитовых затворов гидротехнических сооружений (рис. 27). Принцип действия устройства не отличается от описанного выше устройства для телеизмерения мощности. Иную конструкцию имеет лишь прибор-преобразователь, состоящий из сельсинного датчика уровня *СДУ* типа ДСУ-1 и вторичного сельсинного преобразователя *ВСП* типа ВСПИ-2. При изменении уровня *ИУ* жидкости поплавок датчика уровня *ПДУ* перемещается и вызывает поворот ротора сельсина датчика *ПС*, работающего в режиме синхронной связи (*ЛСС* — линия синхронной связи) с сельсином вторичного преобразователя *ВС*. Ротор сельсина последнего через редуктор связан с рамкой индукционного преобразователя





б)

Рис. 27. Телеизмерительное устройство для измерения уровня
а — структурная схема; *б* — принципиальная схема.

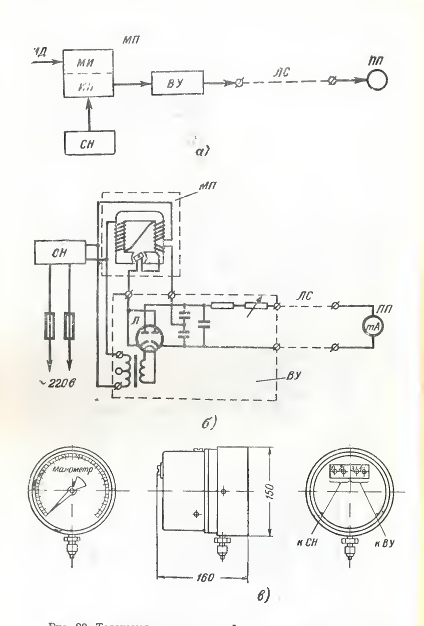


Рис. 28. Телеизмерительное устройство для измерения давления.

а — структурная схема; *б* — принципиальная схема; *в* — общий вид; *МП* — манометр-преобразователь (*МИ* — манометрический измеритель; *ИП* — индукционный преобразователь); *СН* — стабилизатор напряжения; *ВУ* — выпрямительное устройство; *ЛС* — линия связи; *ПП* — показывающий прибор.

ИП. Для местного отсчета показаний *ПМО* используется универсальный сельсинный приемник типа УСП-1 с верхними пределами измерений 1,25; 2,5; 5; 7,5 и 10 *м*. Устройство питается от стабилизатора напряжения *СН* типа С-0,09 или С-0,28.

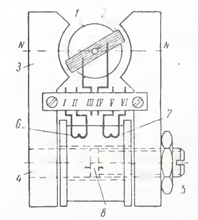


Рис. 29. Ферродинамический датчик типа ДФ.

1 — сердечник; *2* — рамка; *3* — ярмо; *4* — неподвижный плунжер; *5* — подвижный плунжер; *6* — обмотка возбуждения; *7* — обмотка смещения; *8* — воздушный зазор.

Устройство для телеизмерения давления пара завода **«Электропульт»** (рис. 28). Принцип действия устройства не отличается от устройства для телеизмерения мощности. В качестве прибора-преобразователя используется манометр-преобразователь *МП* типа МПИ-2, состоящий из манометрического измерителя *МИ* с трубчатой пружиной и связанного с ним индукционного преобразователя *ИП*. Устройство питается от стабилизатора напряжения типа С-0,09 или С-0,028.

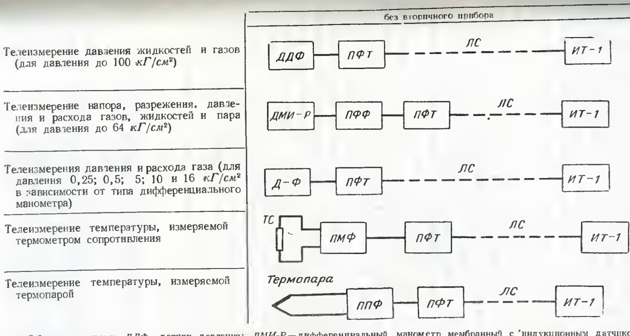
Система типа ТРТ-1 для телеизмерения давления, уровня, расхода и температуры жидкости и газа. В основу построения этой системы положено использование ферродинамических датчиков типа ДФ, которые предназначены для преобразования угловых перемещений рамки в магнитном поле в пропорциональные им значения э. д. с. и наоборот.

Ферродинамический датчик типа ДФ (рис. 29) имеет магнитопровод, состоящий из шихтованного ярма, сер-

Таблица 3

Структурные схемы телеизмерения по системе ТРТ-1 с ферродинамическими датчиками и преобразователями

Измеряемый параметр	Структурные схемы телеизмерения
	с вторичным прибором
Телеизмерение давления жидкостей и газов (для давления до 100 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$)	ДДФ — ВФСМ — ПФТ - - - ЛС - - - ИТ-1
Телеизмерение напора, разрежения, давления и расхода газов, жидкостей и пара (для давления до 64 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$)	ДМИ-Р — ВФСМ — ПФТ - - - ЛС - - - ИТ-1
Телеизмерения давления и расхода газа (для давления 0,25; 0,5; 5; 10 и 16 $\kappa\Gamma/\text{см}^2$ в зависимости от типа дифференциального манометра)	Д-Ф — ВФСМ — ПФТ - - - ЛС - - - ИТ-1
Телеизмерение температуры, измеряемой термометром сопротивления	ТС — МФСМ — ПФТ - - - ЛС - - - ИТ-1
Телеизмерение температуры, измеряемой термопарой	Термопара — ЭПСМ — ПФТ - - - ЛС - - - ИТ-1



Обозначения: *ДДФ* — датчик давления; *ДМИ-Р* — дифференциальный манометр мембранный с индукционным датчиком; *Д-Ф* — соответствующий дифференциальный манометр с ферродинамическим датчиком; *ТС* — термометр сопротивления; *ВФСМ* — малогабаритный вторичный прибор; *МФСМ* — мост автоматический с ферродинамическим компенсатором; *ЭПСМ* — электронный потенциометр со струнным компенсатором; *ПФТ* — преобразователь ферродинамический; *ПФФ* — преобразователь ферродинамический функциональный; *ПМФ* — преобразователь мостовой ферродинамический; *ППФ* — преобразователь потенциометрический ферродинамический; *ИТ-1* — индикатор; *ЛС* — линия связи.

дечника, неподвижного плунжера и подвижного плунжера с контргайкой. В сердечнике укреплены агатовые подшипники, в которых на кернах установлена поворотная рамка. Концы обмотки рамки с помощью спиральных пружинок выведены на колодку зажимов. На магнитопроводе помещена катушка с обмоткой возбуждения и обмоткой смещения. Концы этих обмоток также выведены на колодку зажимов. Подвижный плунжер предназначен для регулирования величины воздушного зазора магнитопровода, что облегчает возможность настройки датчика в процессе наладки. Изменение величины воздушного зазора вызывает изменение величины магнитного потока, а следовательно, и индуктируемой в рамке э. д. с. Рамка ферродинамического датчика механически связана с осью первичного измерительного прибора. Электродвижущая сила, индуктируемая в рамке, пропорциональна углу ее поворота и определяется значением измеряемой величины. Выходное напряжение датчика усиливается, выпрямляется электронным преобразователем типа ПФТ и измеряется на диспетчерском пункте миллиамперметром, градуированным в единицах измеряемой величины. В качестве первичных измерительных приборов для телеизмерения уровня, давления и расхода жидкостей и газов используются дифманометры типов ДКФ, ДКФМ, ДМК и др. Для телеизмерения температуры по системе ТРТ-1 используются либо электронные потенциометры, если датчиком температуры является термопара, либо электронные мосты — в случае применения термометров сопротивления. При этом мосты и потенциометры также имеют встроенные ферродинамические датчики.

Структурные схемы телеизмерений по системе ТРТ-1 приведены в табл. 3.

4. ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

а) ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ ТУ—ТС ДЛЯ ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ

На рис. 30 приведена технологическая схема насосной станции, на которой указан принятый объем телемеханизации. (Условные обозначения объема телемеханизации

на технологических схемах см. в приложении.) Насосная входит в комплексную систему водоснабжения промышленного предприятия. Поэтому объем телемеханики и тип телемеханического устройства в данном случае соответствуют принятым для всей системы водоснабжения.

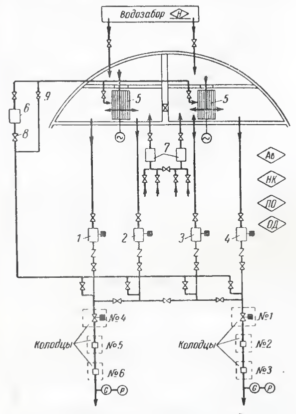


Рис. 30. Технологическая схема насосной станции с объемом телемеханизации.

Рассмотрим подробнее технологию работы указанной насосной станции. В насосной установлены четыре насоса *1*, *2*, *3*, *4*. Два из них марки 16НДН, производительностью по 550 *л/сек*, с напором 12,5 *м*, с электродвигателями А-102-6 мощностью по 100 *квт* и два — марки 24НДН, производительностью по 1 112 *л/сек*, напором 25,4 *м*, с электродвигателями ДАМСО 1410-8 мощностью по

370 *квт*. Насосы находятся под постоянным заливом. Работает станция круглосуточно в течение всего года. В зависимости от водопотребления в работе могут быть одновременно: два насоса 16НДН или два насоса 24НДН, или два насоса одного типа и один насос другого типа. Из неработающих насосов один должен находиться в автоматическом резерве, т. е. при аварийном отключении какого-либо рабочего насоса он должен автоматически включаться в работу. Так как два насоса работают с напором 12,5 *м*, а другие два — с напором 25,4 *м*, то в положение автоматического резерва может быть поставлен только тот насосный агрегат, включение которого не приведет к параллельной работе насосов с разными напорами. Поэтому одновременно с установкой в соответствующее положение переключателя программы следует производить также необходимые переключения задвижек на напорных водоводах.

Кроме производственных насосов, на станции имеется следующее оборудование: вращающиеся сетки *5* — для очистки воды от плавающего мусора; вспомогательный насос *6* — для промывки вращающихся сеток, работающий одновременно с сетками, и два дренажных насоса *7*. В случае аварии с насосом для промывки сеток автоматически перекрывается задвижка на его всасывающей трубе *8*, открывается задвижка *9* на линии в обход насоса и вода на промывку сеток будет поступать под напором непосредственно от производственных насосов.

Объем телемеханизации принят минимально необходимым и, как отмечалось выше, соответствует общему уровню автоматизации и телемеханизации, принятому для всей системы водоснабжения, в которой находится эта насосная станция.

С диспетчерского пункта осуществляется телеуправление отдельными насосами и задвижками, которые нормально не работают в автоматическом режиме, но требуют частых оперативных переключений. К таким объектам, на приведенной на рис. 30 схеме, относятся насосы *1*, *2*, *3* и *4* и задвижки в колодцах *№ 1* и *№ 4*.

В объем телесигнализации входит:

а) контроль положения всех телеуправляемых объектов;

б) получение сигнала об аварийном отключении любого работающего или вновь запускаемого насоса, а так-

же о заклинивании какой-либо задвижки (один общий сигнал с насосной станции);

в) получение общего сигнала о неисправности на контролируемом пункте, включающего в себя исчезновение напряжения в главных и оперативных цепях телеуправляемых и нетелеуправляемых контролируемых объектов, повреждение цепей управления, недопустимое понижение температуры в помещении насосной, высокий уровень воды в дренажном приямке и др.;

г) получение сигнала о минимальном уровне воды в водозаборе;

д) получение сигнала о пожарной опасности в насосной;

е) получение сигнала об открытии дверей в насосную.

Предусмотрено телеизмерение по вызову: давления воды в напорных трубопроводах и расхода воды по водоводам.

На щите диспетчера установлен планшет с мнемонической схемой насосной станции (рис. 31), на котором смонтированы ключи и кнопки управления, сигнальные лампы, а также символы различных объектов, поясняющие технологию работы насосной (насосные агрегаты, телеуправляемые и нетелеуправляемые задвижки, обратные клапаны, приемная камера и т. п.).

Телеуправление осуществляется диспетчером путем перевода соответствующего ключа (символа телеуправляемого объекта) из одного положения в другое. При этом из-за несоответствия между положением ключа на планшете и действительным положением управляемого этим ключом оборудования в ключе начнет мигать лампа. Мигание будет продолжаться до тех пор, пока после нажатия кнопки исполнения операции не произойдет нужное переключение управляемого оборудования.

На рис. 32 приведена схема управления насосами *1* и *4* с двигателями высокого напряжения. Эти насосы имеют местное, телемеханическое и автоматическое управление.

Автоматическое управление, как указывалось, осуществляется при аварийном отключении какого-либо из работающих насосов. Для возможности телемеханического управления необходимо предварительно перевести переключатель управления *ПУ*, установленный в насосной, в положение «телеуправление» (ТУ). При поступлении с диспетчерского пункта команды телеуправления в полукомплекте КП сработает индивидуальное реле управле-

ния и одно из реле выбора характера операции («включить»—$1PB$ или «отключить»—$1PO$).

При операции включения замыкающие контакты реле $1У$ и $1PB$ включают реле $РПВ$, которое и производит заданное включение. При операции отключения за-

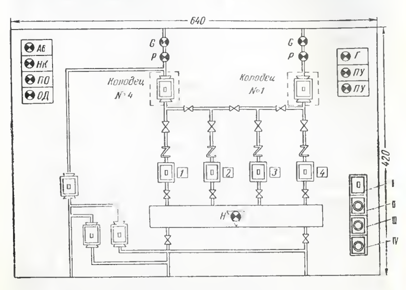


Рис. 31. Планшет с мнемосхемой насосной станции (условные обозначения сигналов и измерений см. в приложении).

I — ключ отключения (включения) телемеханики; *II* — кнопка запроса; *III* — кнопка операции включения; *IV* — кнопка операции отключения.

мыкающие контакты реле $1У$ и $1PO$ подают питание на катушку отключения масляного выключателя.

Для телесигнализации положения рассматриваемого насосного агрегата (масляного выключателя) используется замыкающий контакт реле PKO.

Схема управления насосом с электродвигателем низкого напряжения отличается от схемы управления насосом с электродвигателем высокого напряжения тем, что включение насоса производится путем подачи питания непосредственно на катушку пускателя, а отключение — на промежуточное реле отключения. Телемеханическое управление задвижкой осуществляется включением соответствующих пускателей открытия или закрытия задвижки.

Элементные схемы управления в случае использования устройств типов УТМ-1, УТБ-3, БТЦП, ВРТФ-1 и других в части телемеханики полностью аналогичны. Схемы управления с устройствами типа РСТ-1 отличаются от рассматриваемой тем, что в цепях телемеханического включения и отключения имеется блокировка,

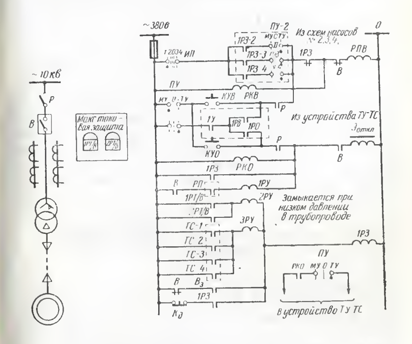


Рис. 32. Принципиальная схема управления насосным агрегатом с двигателем высокого напряжения.

исключающая возможность одновременного замыкания этих цепей.

Перевод насосов и электрифицированных задвижек с местного или автоматического управления на телемеханическое может осуществляться не только с помощью ключей — избирателей управления (как это выполнено в приведенной схеме), но также путем включения цепей телеуправления непосредственно на клеммных сборках.

Как указывалось выше, кроме сигналов о положении насосов и задвижек на диспетчерский пункт с по-

мощью телемеханического устройства передаются общие сигналы: «авария на насосной станции» и «неисправность на насосной станции».

Сигнал аварийного отключения должен быть импульсным. Учитывая это требование, схемы аварийной сигнализации выполняют с применением реле импульсной сигнализации (РИС-Э2 или РИС-Э3 в зависимости от наличия постоянного или переменного оперативного тока) или по какой-либо другой схеме, обеспечивающей получение импульсного сигнала.

Для схем аварийной сигнализации с небольшим числом аварийных цепей допускается выполнение аварийного сигнала постоянным (неимпульсным).

К предупреждающим сигналам относятся один общий сигнал о неисправности на насосной станции и некоторые индивидуальные сигналы, рассмотренные выше.

Сигнал о неисправности на насосной станции сохраняется до тех пор, пока неисправность не будет устранена. Причина, вызвавшая сигнал «неисправность», определяется по положению сигнальных реле непосредственно на насосной станции.

б) ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ НАРУЖНЫМ ОСВЕЩЕНИЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

На крупных промышленных предприятиях, расположенных на обширной территории, возникает необходимость в централизованном управлении наружным освещением. Автоматического включения и отключения осветительных приборов в зависимости от освещенности территории здесь уже недостаточно. Важными факторами, определяющими необходимость включения или отключения наружного освещения, помимо освещенности, являются также: график работы предприятия (время начала и окончания смен, перерывов), схема человеко- и грузопотоков (основные и второстепенные магистрали), противопожарные и другие специальные требования и т. д.

В соответствии с этими факторами возникает необходимость управления освещением на отдельных участках территории предприятия в зависимости от конкретных условий его работы. Такое управление может быть осуществлено либо с помощью специального дежурного

персонала, рассредоточенного по территории предприятия, либо централизованно с помощью соответствующих технических средств.

Наиболее рациональным и экономичным является использование для этой цели средств телемеханики. Такое решение позволяет сократить потребное количество кабелей, значительно повысить быстродействие системы, осуществлять постоянный контроль за состоянием линий связи и аппаратуры управления, сократить требуемое количество обслуживающего персонала. Обычно централизация управления освещением сочетается с телемеханизацией диспетчерского управления системой электроснабжения предприятия в целом. В этом случае часть суммарных затрат на телемеханизацию системы электроснабжения, относящаяся к управлению освещением, является незначительной, так как для этой цели используются общие телемеханические устройства, каналы связи и т. д.

Для возможности телемеханизации управления наружным освещением предприятия необходимо, чтобы все линии, питающие соответствующие магистрали освещения, были оборудованы коммутационными аппаратами, приспособленными для дистанционного управления. К таким аппаратам относятся, например, автоматы типа АВ-4 с электромагнитным или двигательным приводом или контакторы. Автоматы одновременно выполняют как коммутационные, так и защитные функции. Однако, учитывая, как правило, незначительные коммутационные нагрузки осветительных линий, а также требуемую частоту переключений, в качестве коммутационных аппаратов в схемах чаще используют контакторы, дополнительно устанавливая для защиты линий предохранители или установочные автоматы. Телеуправление наружным освещением осуществляется с общего диспетчерского пункта электроснабжения предприятия с помощью телемеханических устройств, установленных на соответствующих подстанциях и предназначенных одновременно для управления и контроля за работой самой подстанции. На диспетчерском щите (или пульте) устанавливается специальный планшет управления освещением. На этом планшете размещаются ключи-символы управления и сигнализации, причем каждый ключ соответствует определенной линии (контактору) освещения. Как и в обычных мимических схемах, одно из положе-

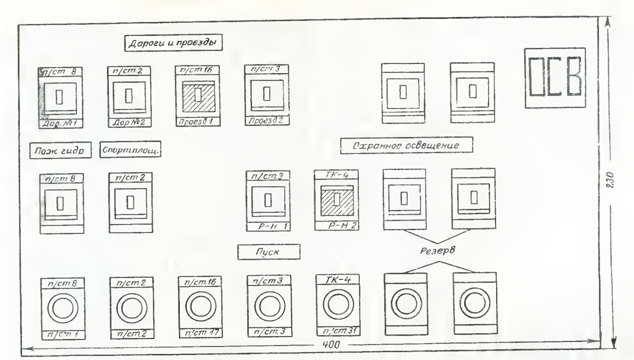


Рис. 33. Планшет с ключами управления освещением.

В верхнем и среднем рядах размещены ключи управления отдельными объектами освещения (контакторами). В нижнем ряду— кнопки запуска телемеханических устройств. На верхних фланцах кнопок указаны номера подстанций, на которых установлены контакторы управления освещением. На нижних фланцах кнопок указаны номера подстанций, на которых установлены телемеханические устройства.

ний такого ключа соответствует включенному положению контактора освещения, а другое — отключенному. В положении «отключено» флажок ключа окрашивается обычно в тот же цвет, что и поле планшета, а в положении «включено» — в другой, например, красный цвет. Общий вид планшета управления освещением показан на рис. 33.

Для осуществления операции включения какой-либо линии освещения необходимо перевести соответствующий ключ в положение «включено» и затем нажать кнопку исполнения операции для выбранной подстанции (кнопки эти устанавливаются на планшетах подстанций и дублируются на планшете управления освещением). До исполнения заданной операции положение ключа и действительное положение контактора не соответствуют друг другу, и поэтому в символе (ключе) на планшете загорается встроенная в него лампочка. Нажатием кнопки мы запускаем телемеханическое устройство и по линии связи передается код-команда на включение заданного контактора. Операция включения контактора освещения аналогична описанной выше операции включения контактора двигателя насоса низкого напряжения. Переключившись, контактор замыкает свои блок-контакты, и на диспетчерский пункт через телемеханическое устройство и линию связи передается извещение об исполнении заданного приказа. Лампочка в символе (ключе) гаснет, свидетельствуя о том, что положения ключа на диспетчерском пункте и контактора на подстанции приведены в соответствие. Операция отключения освещения производится аналогично.

в) ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ ТЕЛЕМЕХАНИКИ В СИСТЕМАХ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

В последние годы с целью оптимизации управления производством все большее распространение получают так называемые автоматизированные системы оперативного управления, использующие универсальные или специализированные управляющие вычислительные машины.

В системах оперативного управления в вычислительную машину вводится обширная информация, поступающая из разных пунктов контролируемого комплекса, а команды, вырабатываемые машиной, передаются за-

тем к исполнительным механизмам, подчас на значительные расстояния. Наиболее эффективно такая передача, как уже указывалось выше, может быть осуществлена с помощью средств телемеханики.

В качестве примера такого сочетания управляющих вычислительных машин и устройств телемеханики рассмотрим систему устройств, предназначенных для оптимизации работы системы электроснабжения крупного промышленного предприятия.

Под оптимальным (наивыгоднейшим) режимом работы системы электроснабжения будем подразумевать такой режим, когда, во-первых, потери электроэнергии в сетях будут минимальными, а, во-вторых, величина напряжения у потребителей будет поддерживаться в заданных пределах.

Для решения поставленной задачи в данном случае использована вычислительная машина типа УМ-1. Большая емкость оперативной памяти у этой машины, повышенная скорость ввода и вывода информации позволяют быстро и надежно осуществлять автоматический контроль параметров, их централизованную индексацию и регистрацию. Машина связывается с подстанциями телемеханическими каналами и автоматически, без участия диспетчера, получает необходимую информацию об условиях работы системы электроснабжения в виде постояннных телеизмерений соответствующих параметров.

Для связи выходных блоков электронно-вычислительной машины УМ-1 (ЭВМ), установленных на диспетчерском пункте, с блоками управления, установленными на подстанциях, уплотняется проводная линия связи, предназначенная для целей телеуправления, телесигнализации и вызова телеизмерений.

В качестве аппаратуры уплотнения используется приемо-передающее устройство ПДЧУ-1, выпускаемое заводом «Электропульт». Приемо-передатчик типа ПДЧУ-1 является одновременно генератором частотно-манипулированных колебаний для передачи в канал связи выходных сигналов ЭВМ и приемником-преобразователем, производящим детектирование таких же сигналов, приходящих из канала связи. Приемо-передатчик содержит передатчик частотно-манипулированных сигналов, приемник таких же сигналов, полосовые дифференциально-мостиковые фильтры и блок питания.

Манипуляция частот передатчика производится при помощи устройств выходного комплекса электронно-вычислительной машины УМ-1.

Приемник осуществляет преобразование частотно-манипулированного сигнала и с помощью контактов поляризованного реле на выходе коммутирует цепи выходного блока (ВБ) ЭВМ на подстанции.

В состав комплектного устройства, поставляемого заводом для приема и передачи сигналов ТУ-ТС, которое

Рис. 34. Блок-схема работы устройства для передачи сигналов ТУ, ТС, ВТИ и для приемо-передачи сигналов ЭВМ.

БЧУД — блок передачи частотных сигналов; *БЧУП* — блок приема частотных сигналов; *БПФ* — блок полосовых фильтров.

используется в данном случае как устройство для передачи сигналов управления с ЭВМ на подстанцию, входят два приемо-передатчика частотно-манипулированных сигналов типа ПДЧУ-1.

Один приемо-передатчик устанавливается на диспетчерском пункте, другой — на контролируемом пункте.

Отделение каналов связи ЭВМ от каналов телемеханики в эксплуатационных условиях производится стандартными фильтрами типа Д-2,3 или К-2,3.

Блок-схема для условий одновременной работы устройства для приема и передачи сигналов электронно-вычислительной машины и для приема и передачи сигналов ТУ, ТС и ВТИ приведена на рис. 34.

При оперативном управлении системой электроснабжения в целях профилактики и предупреждения аварий, а также для быстрейшей их локализации возникает необходимость в создании устройства, которое фиксировало бы на диспетчерском пункте номер подстанции, отку-

да пришел аварийный сигнал, номер электрического присоединения, на котором возникло повреждение, а также время поступления сигнала.

Такая задача сравнительно легко решается при наличии на объекте средств телемеханики и вычислительной техники. В рассматриваемом примере структурная схема такого устройства имеет вид, представленный на рис. 35.

В качестве датчиков, указывающих номер поврежденного электрического присоединения, используются свободные контакты выходных индивидуальных реле сигнализации *С*, встроенных в комплекты телемеханических устройств (на рис. 35 реле не показаны). Для получения пусковых импульсов, воздействующих на устройства регистрации времени поступления аварийных сигналов, применена специальная диодная приставка, которая позволяет образовать два канала от выходных контактов реле аварии.

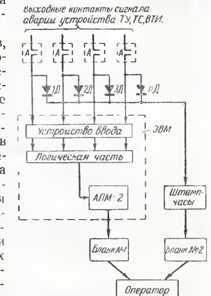


Рис. 35. Структурная схема устройства регистрации аварийных сигналов.

По одному из этих каналов электрический двухпозиционный сигнал от контакта выходного реле аварии через устройство ввода управляющей вычислительной машины УМ-1 поступает в логическую часть машины, где воздействует на соответствующие триггеры, в которые заложены сведения о номерах подстанций и программа, фиксирующая последовательность поступления сигнала. Электрический сигнал переводит триггер в соответствующее положение, и информация об аварийной подстанции поступает в устройство вывода.

Устройством вывода служит автоматическая печатающая машинка АПМ-2, которая входит в комплект УМ-1

и регистрирует информацию о номере подстанции. Автоматическая печатающая машинка предназначена для последовательной периодической печати данных на двух бумажных бланках. Для целей регистрации аварийных режимов используется один из бланков (на рис. 35 бланк № 1). Управление печатью, т. е. кареткой и бумажными бланками, производится с помощью вычислительной машины путем воздействия на электропривод, заложенный непосредственно в печатающей машинке. Помимо номера подстанции, АПМ-2 производит регистрацию (печатание) также и номера поврежденного электрического присоединения.

По второму каналу электрический двухпозиционный сигнал поступает на штамп-часы 72ЧТ, которые фиксируют на бланке № 2 время поступления аварийного сигнала (год, месяц, день, час, минута), а также порядок поступления сигналов с различных подстанций.

Таким образом, у диспетчера имеются в наличии два бланка: один с номером подстанции, номером поврежденного электрического присоединения и порядковым номером поступления сигнала; другой с информацией о времени поступления аварийного сигнала и порядке его поступления. Сопоставляя оба бланка, по порядковому номеру на бланках можно судить о том, с какой подстанции пришел аварийный сигнал и в какое время.

5. ЭКСПЛУАТАЦИЯ УСТРОЙСТВ ТЕЛЕМЕХАНИКИ

Эксплуатация устройств телемеханики на промышленных предприятиях осуществляется персоналом специализированных групп телемеханики, входящих либо в состав отдельных технологических служб отдела главного энергетика (для крупных предприятий), либо подчиняющихся непосредственно главному энергетику предприятия и обслуживающих все телемеханизированные системы (для небольших и средних предприятий).

Персонал групп телемеханики должен [Л. 14]:

а) систематически контролировать состояние и работу всех устройств телемеханики (ТМ);

б) немедленно принимать меры для выяснения причин ненормальностей в работе устройств и устранения по-

вреждений; участвовать в расследовании случаев неправильного действия устройств телемеханики;

в) проводить в соответствии с графиком эксплуатационные проверки устройств ТМ;

г) руководить эксплуатацией устройств ТМ на объектах, закрепленных за местным персоналом;

д) разрабатывать и проводить мероприятия, направленные на повышение надежности и эффективности использования устройств ТМ;

е) составлять технические задания на проектирование и рассматривать проекты новых устройств ТМ;

ж) проводить приемку в эксплуатацию новых устройств ТМ;

з) обеспечивать наличие запасных частей, материалов, специальных инструментов и приборов, необходимых для эксплуатации устройств ТМ; своевременно составлять сводные заявки на материалы и запасные части;

и) вести техническую и отчетную документацию;

к) обобщать опыт эксплуатации устройств ТМ и организовывать техническую учебу персонала; содействовать распространению передового опыта работы;

л) соблюдать правила технической эксплуатации и правила техники безопасности в области телемеханики.

Основными мероприятиями, обеспечивающими правильную и надежную работу устройств ТМ, являются плановые эксплуатационные проверки, проводимые с определенной периодичностью по утвержденному графику.

Установлены следующие виды плановых проверок: систематический контроль состояния и опробование действия всех устройств ТМ, частичная проверка устройств, полная проверка устройств.

Дополнительно в периоды между плановыми частичными проверками рекомендуется примерно 1 раз в 3 мес. проводить внешний осмотр аппаратуры ТМ с целью выявления возможных ненормальностей (перегрев, загрязнение, механические повреждения и т.п.).

Внеочередная послеаварийная проверка должна проводиться после неправильного действия устройства ТМ, а также в случаях устранения повреждений в основных узлах устройства.

Периодичность и объем эксплуатационных проверок определяются типом аппаратуры и условиями ее работы

и должны всегда точно соблюдаться. Сокращение установленного объема полной проверки даже при хорошем состоянии отдельных узлов или всего устройства в целом не допускается. Не рекомендуется также проводить полные проверки устройств слишком часто, так как это не дает положительного эффекта и приводит к увеличению износа аппаратуры. Рекомендуемая периодичность эксплуатационных проверок устройств телеуправления — телесигнализации и телеизмерения приведена в табл. 4.

Таблица 4

Периодичность эксплуатационных проверок устройств телемеханики

Тип устройства	Периодичность проверки, мес.	
	частичной	полной
Устройства ТУ—ТС релейные:		
ВРТ-53, УТМ-1	6	24—36
УТБ-55, УТБ-3	6	12—24
РСТ	6	36
разных конструкций на реле старых типов	6	12
малообъемные устройства ТС на 2—5 сигналов	12	36—48
Устройства ТУ—ТС на бесконтактных элементах:		
ТМЭ, ВРТФ, БТЦ и др.	6	24—36
малообъемные устройства ТС на 2—10 сигналов	12	36—48
Устройства ТИ ближнего действия	12	48
Устройства ТИ дальнего действия:		
частотной системы типа ТНЧ-56	6	12
частотно-импульсной системы типа ЧИС	6	24
частотной и частотно-импульсной систем на полупроводниковых элементах (ЧИ, ТНЧ-2)	6	24—36
устройства с электромеханическими элементами (частотно-импульсной и время-импульсной систем)	—	6—12

Полная проверка устройства ТМ должна проводиться, как правило, одновременно для полукомплектов диспетчерского и контролируемого пунктов. При этом работы на КП обязательно проводятся непосредственно лицом, ответственным за эксплуатацию аппаратуры данного объекта, или под его руководством специально закрепленным персоналом. На ДП работы соответственно ведутся другим работником из состава группы телемеханики под руководством ответственного лица либо непосредственно этим лицом.

Работы по полной проверке устройств и каналов ТМ должны проводиться одновременно, чтобы повысить качество этих работ и сократить время простоя аппаратуры. Завершающий этап проверки устройства ТМ должен выполняться после полного окончания работ на каналах телемеханики.

Ремонт или проверка на КП основного оборудования, устройств и приборов защиты и автоматики, связанных с устройствами ТМ, может считаться законченной только после опробования действия устройств ТМ проверяемого объекта. Например, после полной проверки выключателя следует произвести его телемеханическое включение и отключение и проверить правильность телесигнализации. Опробование производится дежурным совместно с производителем работ на объекте.

Устройства ТМ должны постоянно находиться в работе. Все отключения устройства могут производиться только с разрешения дежурного диспетчера. Отключение на длительный срок (более одной смены дежурства) для проведения полной проверки или выполнения реконструктивных работ в устройствах ТМ производится только по специальной заявке.

При эксплуатационных проверках устройств ТМ необходимо принимать меры, обеспечивающие безопасность выполнения работ.

Результаты полных и послеаварийных проверок оформляются обычно протоколами. О всех работах, проводимых в устройствах ТМ, делаются соответствующие записи в эксплуатационном журнале.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Условные обозначения объема телемеханизации на технологических схемах

№ п/п.	Наименование	Обозначение	
		Телемеханическая передача	Дистанционная передача
1	Управление двухпозиционное — общее обозначение		
2	Управление двухпозиционное масляным выключателем — для упрощенных схем подстанций	У	У
3	Регулирование ступенчатое — общее обозначение		
4	Регулирование четырехступенчатое	4	4
5	Регулирование плавное — общее обозначение		
6	Регулирование плавное расхода	G	G
7	Сигнализация общая и индивидуальная — общее обозначение		
8	Сигнализация положения — общее обозначение		
9	Сигнализация положения масляного выключателя — для упрощенных схем подстанций	С	С
10	Сигнализация аварийная	АВ	АВ
11	Сигнализация нижнего предела — общее обозначение		
12	Сигнализация нижнего предела давления	Р	Р

№ п/п.	Наименование	Обозначение	
		Телемеханическая передача	Дистанционная передача
13	Сигнализация верхнего предела — общее обозначение		
14	Сигнализация верхнего предела температуры		
15	Измерение постоянное — общее обозначение		
16	Измерение постоянное расхода		
17	Измерение по вызову или циклическое по выбору — общее обозначение		
18	Измерение по вызову напряжения		

Примечания: 1. Обозначения для дистанционной передачи применяются тогда, когда диспетчерский пункт находится на одном из контролируемых пунктов, причем объекты, находящиеся на этом пункте, управляются с общего диспетчерского щита без помощи средств телемеханики.

2. В графическое обозначение п. 3 вписывается цифра, обозначающая количество ступеней регулирования.

3. В графические обозначения п. 5, 7, 11, 13, 15, 17 вписываются буквенные обозначения сигнала, регулируемого или измеряемого параметра.

Например: Ав — авария; М — местное управление; НК — неисправность на контролируемом пункте; НЭ — неисправность электрическая; НН — неисправность не электрическая; НТ — неисправность трансформатора; НВ — неисправность выпрямителя; НС — неправильный сигнал; ОН — общее несоответствие; ДВ — максимальный уровень дренажных вод; Г — готовность устройства; ПУ — повреждение устройства; ПК — повреждение канала связи; ПО — пожарная опасность; Зв — запрет включения; Звв — запрет включения временный; ОД — открытие дверей; знак заземления — замыкание на землю; I — ток; U — напряжение; N — мощность; G — расход; P — давление; H — уровень; t — температура; λ — мутность и др.

4. Совмещение на одной схеме графических обозначений по п. 1 и 2, а также по п. 8 и 9 не рекомендуется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Малов В. С., Телемеханика, изд-во «Энергия», 1965.
2. Райнес Р. Л., Горяинов О. А., Телеуправление, изд-во «Энергия», 1965.
3. Гинзбург С. А., Лехтман И. Я., Малов В. С., Основы автоматики и телемеханики, изд-во «Энергия», 1965.

4. Каминский Е. А., Комиссаров В. К., Телеуправление в энергосистемах, Госэнергоиздат, 1955.
5. Ильин В. А., Лёвин А. А., Системы промышленной телемеханики, ГОСИНТИ, 1964.
6. Брамаров Е. А., Как сделать простейшее устройство телесигнализации и телеизмерения, изд-во «Энергия», 1964.
7. Гольдгоф Б. Г., Лейбзон Я. И., Соскин Э. А., Автоматизация и телемеханизация энергоснабжения промышленных предприятий, изд-во «Энергия», 1964.
8. Прангишвили И. В., Гринберг Н. Б., Зак Л. А., Левин А. А., Максимович В. А., Бесконтактные элементы и системы телемеханики для автоматизации предприятий горной промышленности, изд-во «Недра», 1965.
9. Гельман Г. А., Соскин Э. А., Бесконтактные элементы в схемах и устройствах автоматики, изд-во «Энергия», 1966.
10. Гельман Г. А., Монтаж и наладка телемеханических устройств, изд-во «Энергия», 1967.
11. Тутевич В. Н. и др., Временные системы телеуправления на магнитных и ионных элементах, изд-во «Энергия», 1966.
12. Кублановский Я. С., Схемы на четырехслойных полупроводниковых приборах, изд-во «Энергия», 1967.
13. Датчики систем автоматического контроля и регулирования, под ред. Сотскова Б. С., Машгиз, 1959.
14. Инструкция по эксплуатации устройств телемеханики в энергосистемах, изд-во «Энергия», 1967.

СОДЕРЖАНИЕ

Цена 18 коп.